

Best Available Copy



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 07 SEP. 2001

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

This Page Blank (uspto)



INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 260899

REMISE DES PIÈCES DATE 31 OCT 2000 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0013970 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 31 OCT. 2000		Réservé à l'INPI 1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Cabinet BALLOT-SCHMIT 7, rue Le Sueur 75116 PARIS	
Vos références pour ce dossier (facultatif) 015809 PB/SM			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° _____ Date ____/____/____	
ou demande de certificat d'utilité initiale		N° _____ Date ____/____/____	
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/> N° _____ Date ____/____/____	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCÉDE ET DISPOSITIF DE QUALIFICATION DE DETECTEURS D'IMAGE EN FONCTION DE LEURS MAUVAIS PIXELS.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		GE Medical Systems Global Technology Company	
Prénoms			
Forme juridique		Société A Responsabilité Limitée	
N° SIREN		
Code APE-NAF		
Adresse	Rue	3000 North Grandview Blvd.	
	Code postal et ville	53188 WAUKESHA, Wisconsin	
Pays		ETATS-UNIS D'AMERIQUE	
Nationalité		AMERICAINE	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

**BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES DATE 31 OCT 2000 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0013970 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI		DB 540 W / 260899
Vos références pour ce dossier : (facultatif)		015809 PB/SM		
6 MANDATAIRE				
Nom		BALLOT		
Prénom		Paul		
Cabinet ou Société		CABINET BALLOT- SCHMIT		
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel				
Adresse	Rue	7, rue Le Sueur		
	Code postal et ville	75116	PARIS	
N° de téléphone (facultatif)		01 40 67 11 99		
N° de télécopie (facultatif)		01 45 01 98 28		
Adresse électronique (facultatif)				
7 INVENTEUR (S)				
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée		
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)		
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non		
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):		
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes				
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Paris, le 31 octobre 2000 BALLOT Paul - 92-1009		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI P. BERNOUIS		

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

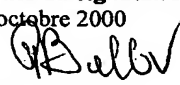
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.. / 1..
(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		015809 PB/SM	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		00 13970	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCÉDE ET DISPOSITIF DE QUALIFICATION DE DETECTEURS D'IMAGE EN FONCTION DE LEURS MAUVAIS PIXELS.			
LE(S) DEMANDEUR(S) : GE Medical Systems Global Technology Company 3000 North Grandview Blvd. WAUKESHA, Wisconsin 53188 ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		LEVEAU-MOLLIER	
Prénoms		Séverine	
Adresse	Rue	C/O Cabinet BALLOT-SCHMIT 7, rue Le Sueur	
	Code postal et ville	75116	PARIS
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Paris, le 31 octobre 2000  BALLOT Paul - 92-1009			

**PROCÉDE ET DISPOSITIF DE QUALIFICATION DE DETECTEURS
D'IMAGE EN FONCTION DE LEURS MAUVAIS PIXELS**

La présente invention concerne la qualification d'un capteur d'image électro-optique dont les éventuels défauts d'image doivent être masqués par un traitement électronique dans une chaîne d'image. Le but d'une
5 telle qualification est de déterminer si le nombre et/ou la distribution des défauts d'image du capteur autorise ou pas un tel masquage sans perturber le bon fonctionnement de la chaîne d'image. Le capteur en question peut présenter une surface ou une ligne
10 d'éléments sensibles sur laquelle on présente une image (optique, radiologique ou autre) et qui produit en réponse des signaux sous forme de pixels permettant de reproduire cette image, par exemple sur un écran moniteur.

15 La figure 1 illustre les éléments de base qui interviennent dans le cas où un tel capteur est mis en oeuvre dans une chaîne d'image radiologique numérique 1. Le capteur 2 dans cet exemple présente une surface sensible bidimensionnelle 2a composée d'une mosaïque
20 d'éléments sensibles 4 (seuls quelques-uns sont représentés dans la figure) qui constitue un plan d'image, à l'instar d'un film radiologique classique. Le capteur 2 est placé devant une source 6 de rayons X, avec un patient 8 (représenté symboliquement par une
25 ellipse) en appui contre la surface photosensible 2a. Les éléments sensibles 4 reçoivent une partie du flux de rayons X plus ou moins atténué par la structure interne du corps du patient 8. En réponse, chaque élément sensible 4 produit un signal électronique qui
30 exprime la dose de rayonnement qu'il a reçu durant une période d'exposition. Ce signal est recueilli pour chacun des éléments sensibles 4 afin de reconstituer

sous forme électronique la distribution des intensités de flux transmis à travers le patient 8, ce qui correspond sous forme électronique à une image radiologique.

5 Le signal produit par un élément sensible 4 sera désigné par le terme "pixel".

Dans l'exemple, la surface sensible 2a est composée de 1024 lignes L0 à L1023, chacune comportant 1024 éléments sensibles 4 sur des colonnes respectives
10 C0 à C1023, permettant de produire une image de 1024 x 1024 pixels.

Le signal brut de chaque élément sensible 4 est sous forme analogique, s'agissant d'un courant ou d'une tension qui prend une valeur dans une plage continue en
15 fonction de la dose de rayonnement reçue à son emplacement durant le temps d'exposition de l'image. Ce signal est recueilli par des circuits de lecture (non représentés) à chaque coin du capteur 4, un circuit assurant la lecture d'un quart respectif de
20 l'image. Il est ensuite converti en signal numérique par un convertisseur analogique-numérique 12. Cette conversion permet d'exprimer la valeur du signal analogique d'un pixel par un mot binaire correspondant, sur un nombre prédéterminé de bits, par exemple
25 quatorze. Chaque pixel est alors traité comme un mot binaire, dont la valeur est d'autant plus élevée que l'exposition reçue est importante, ou inversement selon la technologie de capteur 2.

Ces pixels numérisés sont stockés et traités par
30 un système de traitement d'image 14 afin d'offrir diverses possibilités d'amélioration d'image, de formatage, de comparaison, de présentation d'image, d'archivage, etc. L'une des sorties du système de traitement d'image 14 représenté fournit des signaux
35 vidéo fixes ou dynamiques vers un moniteur 16,

permettant à ce dernier d'afficher l'image 8I du patient 8.

Au niveau du capteur 2, il est quasiment impossible d'obtenir un fonctionnement correct de tous les éléments sensibles 4. En effet, on découvre généralement la présence d'éléments défectueux à l'issue de la fabrication du capteur et également l'apparition de nouveaux éléments défectueux en cours d'utilisation. On considère un élément 4 comme défectueux s'il produit un signal qui ne varie pas, ou pas de la manière voulue, en fonction de l'exposition reçue. Par exemple, un élément défectueux peut ne produire aucun signal, ou un signal constant quel que soit le degré d'exposition reçue. Un élément défectueux donne lieu à ce que l'on appelle un mauvais pixel.

Un mauvais pixel constitue une perte d'information d'image à l'emplacement de l'élément défectueux correspondant. Si on visualise l'image obtenue par un capteur 2 sans masquer les mauvais pixels présents, ces derniers apparaissent comme autant de taches noires ou blanches. Pour éviter une telle gêne visuelle, on a recours à des techniques, dites d'interpolation, visant à masquer les mauvais pixels sur l'image visualisée. Ce masquage s'effectue par un traitement numérique des mauvais pixels dans le système du traitement d'image 14. La technique généralement utilisée est de substituer la valeur numérique erronée du mauvais pixel par une valeur qui est estimée à partir d'un ou de plusieurs pixels voisins corrects. Par exemple, on peut attribuer au pixel défectueux une valeur qui est la moyenne des valeurs des pixels voisins situés à droite, à gauche, directement au-dessus et directement au-dessous. De la sorte, un mauvais pixel ainsi traité rend une intensité lumineuse

qui ne tranche pas avec celle de ses voisins, ce qui ôte la gêne visuelle. L'opération qui consiste à attribuer une valeur interpolée à un mauvais pixel est généralement désignée par le terme "correction de mauvais pixel", bien qu'il ne s'agisse pas strictement
5 de rétablir le fonctionnement de l'élément défectueux.

Afin de pouvoir ainsi corriger les mauvais pixels, il est d'abord nécessaire de connaître leur position dans l'image. A cette fin, on procède à une
10 étape d'étalonnage dans laquelle on soumet le capteur 2 à des expositions uniformes connues, et où on mesure le signal recueilli de chaque élément 4 afin de repérer ceux qui produisent un signal non conforme. A l'issue de procédé, on obtient une cartographie des mauvais
15 pixels du capteur en question, qui indique leur position selon un système de coordonnées, par exemple en termes de numéro de ligne et de colonne et les bons pixels à prendre en compte pour l'interpolation.

Cette cartographie est enregistrée dans le
20 système de traitement d'image 14 de sorte que ce dernier puisse d'une part identifier chaque mauvais pixel en sortie d'image et d'autre part faire la correction avec les bons pixels voisins. Ce traitement implique, pour chaque mauvais pixel, d'établir un code
25 qui fixe la modalité du calcul. Le genre de code utilisé dépend entre autres du type de capteur, de ses dimensions, et de l'algorithme d'interpolation.

Le temps de calcul nécessaire pour le traitement des mauvais pixels n'est pas négligeable par rapport au
30 temps permis à la lecture et aux autres traitements de l'image. Pour un système de correction de mauvais pixels donné, ce temps de traitement n'est pas une simple fonction du nombre total des mauvais pixels, car il dépend aussi de leur répartition sur la surface
35 sensible.

Certes, dans les applications où l'on ne traite que des images statiques, par exemple en mammographie, ou des images qui se succèdent qu'à faible fréquence, on peut admettre un retard supplémentaire dans l'apparition de l'image sur le moniteur dû au traitement des mauvais pixels.

En revanche, ce retard doit être strictement limité lorsque l'on produit des images dynamiques, par exemple en angiographie, où l'on sort typiquement 30 images (ou trames) par seconde. Dans ce cas, le temps qui peut être alloué à la correction des mauvais pixels et aux autres traitements ne peuvent dépasser la période entre deux trames successives, au risque de cumuler les retards dans la suite de trames fournies en sortie et de perturber le fonctionnement de la chaîne d'image.

De la sorte, il est utile de pouvoir déterminer d'avance si un capteur ne va pas nécessiter un temps de correction des mauvais pixels trop important pour permettre son utilisation avec un système de traitement d'image donné.

A cette fin, l'invention propose un procédé automatisé de qualification d'un capteur d'image du type fournissant des images sous forme de pixels, la qualification étant établie en fonction des éventuels mauvais pixels en sortie du capteur et de moyens spécifiques mis en oeuvre pour le traitement de ces mauvais pixels. Il est caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

- déterminer la limite maximale du nombre de mauvais pixels dans une zone déterminée de l'image pouvant être traités par les moyens de traitement des mauvais pixels, pour le cas d'une répartition défavorable de ces derniers en termes de temps de traitement nécessité,

- définir une fenêtre ayant le format de la zone déterminée,

- établir une cartographie des pixels formant une image délivrée par le capteur, qui indique les
5 emplacements des mauvais pixels,

- contrôler si une partie de ladite cartographie pouvant contenir ladite fenêtre comporte un ensemble de mauvais pixels qui n'est pas compatible avec ladite limite maximale, et

10 - qualifier ou rejeter le capteur en fonction du contrôle.

De préférence, l'étape de contrôle consiste à déplacer la fenêtre ligne par ligne sur toute la cartographie et à réaliser, pour chaque position de la
15 fenêtre, un calcul à partir du nombre de mauvais pixels présents dans la fenêtre.

Lorsque le traitement des mauvais pixels est destiné à être réalisé en parallèle, chaque ligne de pixels en sortie du capteur étant divisée en un nombre
20 s de sections, les pixels de chaque section étant affectés à une voie respective de traitement parallèle, l'ensemble des mauvais pixels pris en compte dans une fenêtre lors de l'étape de contrôle est constitué, pour chaque ligne de la fenêtre, uniquement des mauvais
25 pixels se trouvant dans celle parmi les s sections de ligne où ils sont les plus nombreux.

L'ensemble des mauvais pixels pris en compte peut être alors constitué par la somme des pixels les plus nombreux dans une section de ligne, sur chacune des
30 lignes de la fenêtre, cette somme ne devant pas dépasser la limite maximale.

Dans le mode de réalisation contemplé, le nombre de sections de ligne est égal à quatre, les mauvais pixels étant traités en parallèle sur quatre voies au
35 niveau des moyens de correction des mauvais pixels.

En variante, l'ensemble des mauvais pixels pris en compte lors de l'étape de contrôle peut être constitué par la somme des mauvais pixels dans ladite fenêtre.

5 De préférence, un détecteur est rejeté s'il existe ne serait-ce qu'un emplacement de la fenêtre sur sa cartographie pour lequel l'ensemble des mauvais pixels n'est pas compatible avec la limite maximale.

De préférence, la limite maximale est calculée
10 sur la base du nombre de mauvais pixels dans un paquet de mauvaises lignes comprenant un nombre déterminé de lignes successives, chacune comprenant un nombre de mauvais pixels apte à occasionner un temps de traitement maximal pour cette ligne aux moyens de
15 traitements des mauvais pixels, ou à l'une des voies de traitement parallèle de ces moyens.

De préférence aussi, le nombre déterminé de mauvaises lignes est le nombre limite de lignes au-delà duquel le temps de traitement des mauvais pixels pour
20 l'ensemble du paquet de mauvaises lignes occasionnerait un retard inadmissible dans la sortie de l'image après le traitement.

Avantageusement, le paquet de mauvaises lignes comprend les dernières lignes à être traitées par les
25 moyens de traitement des mauvais pixels.

La dimension de ladite zone déterminée, et donc de la fenêtre, peut être calculée sur la base d'une fréquence maximale d'apparition d'un paquet de mauvaises lignes dans une cartographie hypothétique,
30 au-delà de laquelle le temps de traitement des mauvais pixels pour l'ensemble occasionnerait un retard inadmissible dans la sortie de l'image après le traitement.

La dimension de ladite fenêtre peut être alors
35 fonction du nombre de mauvaises lignes dans un paquet

de mauvaises lignes et du nombre de lignes qui séparent deux paquets de mauvaises lignes successifs dans la cartographie hypothétique.

La dimension de ladite fenêtre, exprimée en
5 lignes de pixels, peut être égale au moins au nombre de mauvaises lignes du paquet de mauvaises lignes plus le nombre de lignes qui séparent deux paquets de mauvaises lignes successifs dans la cartographie hypothétique.

Le calcul de la limite maximale du nombre de
10 mauvais pixels dans une zone déterminée de l'image pouvant être traités peut comprendre une première phase d'établissement d'une valeur limite réelle, et d'une seconde étape d'obtention d'une valeur limite utilisée pour ledit contrôle, cette dernière valeur étant
15 obtenue en diminuant ladite valeur limite réelle. De cette manière on crée une marge supplémentaire.

De même, le calcul de la dimension de la fenêtre comprend une première phase d'établissement d'une dimension établie sur la base d'une valeur limite
20 réelle en termes de nombre de lignes, et d'une seconde phase d'obtention d'une valeur de dimension utilisée pour le contrôle, cette dernière valeur étant obtenue en augmentant ladite valeur limite réelle.

Dans le mode de réalisation préféré, la
25 qualification est prévue pour un cas d'utilisation de détecteur délivrant des images en mode dynamique, la séparation entre deux images successives étant fixée, le temps de traitement nécessité lors de l'étape de détermination de la limite maximale du nombre de
30 mauvais pixels est déterminée sur la base du temps restant entre la fin d'une image en sortie après le traitement des mauvais pixels et l'arrivée de l'image suivante.

Dans un paramétrage judicieux de l'invention où
35 la fréquence des images dynamiques est de 30 images par

seconde, la limite maximale du nombre de mauvais pixels est déterminée afin que le temps restant reste supérieur ou égal à 690 microsecondes.

Le procédé peut être mis en oeuvre pour la qualification de capteurs destinés à la radiologie médicale.

L'invention concerne également un dispositif de qualification d'un capteur d'image du type fournissant des images sous forme de pixels, la qualification étant établie en fonction des éventuels mauvais pixels en sortie du capteur et de moyens spécifiques mis en oeuvre pour le traitement de ces mauvais pixels, caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens de chargement d'une cartographie des pixels formant une image délivrée par le capteur, qui indique les emplacements des mauvais pixels,

- des moyens de chargement de paramètres de calcul de la qualification, dont :

- la limite maximale du nombre de mauvais pixels dans une zone déterminée de l'image pouvant être traités par les moyens de traitement des mauvais pixels, pour le cas d'une répartition défavorable de ces derniers en termes de temps de traitement nécessité, et

- une fenêtre ayant le format de ladite zone déterminée,

- une unité de calcul pour appliquer lesdits paramètres de calcul sur ladite cartographie afin de déterminer si une partie de ladite cartographie pouvant contenir ladite fenêtre comporte un ensemble de mauvais pixels qui n'est pas compatible avec ladite limite maximale, et

- des moyens permettant de qualifier ou rejeter le capteur en fonction du contrôle.

Les aspects optionnels de l'invention décrits plus hauts par référence au procédé s'appliquent mutatis mutandis à ce dispositif.

L'invention sera mieux comprise et les avantages
5 qui en découlent apparaîtront plus clairement à la lecture des modes de réalisation préférés, donnés purement à titre d'exemples non-limitatifs, par référence aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1, déjà décrite, montre les éléments
10 principaux qui interviennent dans une chaîne d'image médicale basée sur un capteur d'image délivrant des pixels,

- la figure 2 est une représentation
topographique des pixels correspondant aux éléments
15 sensibles d'un capteur ayant un seul circuit de lecture de pixels,

- la figure 3 est un schéma simplifié des blocs
fonctionnels principaux qui interviennent dans une
chaîne d'image recevant en entrée des pixels provenant
20 d'un capteur d'image,

- les figures 4a, 4b et 4c sont des schémas de
principe qui montrent les décalages temporels
occasionnés par le traitement des mauvais pixels dans
la chaîne de la figure 3,

25 - la figure 5 représente symboliquement une
cartographie de mauvais pixels utilisée à des fins de
simulation dans le cadre du procédé conforme à
l'invention,

- la figure 6 est un schéma bloc simplifié d'un
30 moyen de qualification de capteur conforme à
l'invention,

- la figure 7 représente symboliquement
l'évolution d'une fenêtre d'évaluation de mauvais
pixels sur une cartographie d'un capteur lorsque ce

dernier transmet les lignes d'image dans leur ordre de succession sur le plan d'image,

- la figure 8 est un organigramme qui explique les principales étapes effectuées par le moyen de qualification de la figure 6 lors de la qualification
5 d'un détecteur,

- la figure 9 est une représentation topographique des pixels correspondant aux éléments sensibles d'un capteur ayant quatre circuits de lecture
10 de pixels fonctionnant en parallèle,

- la figure 10 représente symboliquement l'évolution d'une fenêtre d'évaluation de mauvais pixels sur une cartographie d'un capteur lorsque ce dernier transmet les lignes d'image alternativement de
15 la première et de la dernière ligne de l'image restant à lire, et

- la figure 11 représente symboliquement une cartographie montrant trois cas de figure de répartition de mauvais pixels dans des fenêtres
20 respectives.

La figure 2 est une représentation topographique des pixels correspondant aux éléments sensibles 4 d'un capteur 2. La surface sensible 2a (figure 1) produit une matrice de pixels composée de 1024 lignes et de
25 1024 colonnes. Ces pixels sont référencés par rapport à une grille de coordonnées qui établit pour un pixel donné sa position en termes de sa ligne L_m et de sa colonne C_n , où m et n sont des entiers de 0 à 1023. Dans la convention utilisée, un pixel à la ligne L_m et
30 à la colonne C_n est désigné $P(m,n)$.

Pour des raisons de simplification, on supposera dans l'exemple que la lecture des pixels s'effectue par un seul circuit de lecture R. Pour chaque image de 1024 x 1024 pixels, le circuit R délivre les pixels en
35 série ligne par ligne, en commençant par le pixel

P(0,0) de la première colonne C0 de la première ligne L0, suivi par le pixel P(0,1) de la deuxième colonne C1 de cette ligne, etc. Le dernier pixel P(0,1023) de la première ligne est immédiatement succédé par le premier pixel de la deuxième ligne P(1,0), etc. jusqu'au pixel P(1023,1023) de la dernière colonne de la dernière ligne.

La figure 3 est un schéma bloc simplifié du système de traitement d'image 14 de la figure 1. Ce système est décomposé en trois blocs fonctionnels qui traitent successivement les pixels du capteur :

- un premier bloc 18 de pré-traitement qui reçoit les pixels issus du capteur 2 à la sortie du convertisseur 12, et dont le rôle est de réaliser un réglage de niveau en fonction des caractéristiques du capteur (décalage moyen, soustraction de décalage, coefficient de gain de pixel, saturation, etc.) ;

- un deuxième bloc 20 qui réalise la correction des mauvais pixels par interpolation, c'est-à-dire en calculant pour chaque mauvais pixel une valeur moyenne établie sur les bons pixels voisins (à gauche, à droite, directement au-dessus et directement en dessous. Selon la position du mauvais pixel à corriger (bord ou à l'intérieur de l'image), et du nombre de bons pixels disponibles parmi les voisins, le nombre de pixels pris en compte pour l'interpolation est variable de 1 à 4 (1, 2 ou 4); et

- un troisième bloc 22 en sortie du traitement des mauvais pixels qui assure des fonctions de traitement de l'image selon les fonctions requises (mise à l'échelle, codage, rotation, etc.).

Pour multiplier la vitesse de traitement de l'image, l'ensemble de ces trois blocs fonctionnels met en oeuvre des processeurs parallèles.

En ce qui concerne le deuxième bloc 20 de traitement des mauvais pixels, quatre voies de traitement parallèle sont prévues, chaque voie étant affectée à la correction de mauvais pixels sur un quart de ligne respectif. Chaque voie comporte son propre processeur, l'ensemble étant contrôlé par un processeur maître. Ainsi, une première voie ne traitera que les mauvais pixels situés aux colonnes 0 à 255, une deuxième voie traitant en parallèle les mauvais pixels situés aux colonnes 256 à 511, etc. Les quarts de ligne affectés aux voies respectives sont désignés par le terme "quadrant".

On peut alors noter les conséquences suivantes de ce type de traitement en parallèle des mauvais pixels :

- le temps pour traiter les mauvais pixels d'une ligne est égal au temps de traitement le plus long parmi les quatre voies,

- le temps pour traiter une ligne comportant 256 mauvais pixels tous groupés dans un même quadrant est le même que celui pour traiter une ligne entière de 1024 mauvais pixels, et

- pour un nombre donné de mauvais pixels sur une ligne, le temps de traitement sera maximal si ces pixels se situent tous dans un même quadrant, et minimal s'ils sont répartis uniformément parmi les quatre quadrants de ligne.

La séquence de transmission des pixels vers ces trois blocs fonctionnels sera maintenant décrite par référence aux figures 4a, 4b et 4c.

On commence par la sortie des pixels du premier bloc 18, donc après un pré-traitement. Le pré-traitement n'altère pas la continuité du flot de transfert des lignes successives du détecteur, celles-ci arrivant donc à une cadence régulière dans le deuxième bloc 20.

Ainsi que le montre la figure 4a, les lignes de pixels d'une image i sont délivrées sans interruption vers le deuxième bloc 20 de traitement des mauvais pixels (flèches FL) à une cadence fixée par une horloge interne du système de traitement d'image 14.

Les images successives i et $i+1$ en entrée de ce bloc 20 se succèdent à un intervalle uniforme T_{es} , déterminé par le nombre d'images prises par seconde.

Plus spécifiquement ce temps T_{es} correspond à l'intervalle entre un signal eoi émis par le premier bloc 18 signalant la fin du flot des pixels pour la dernière ligne d'une image i et l'instant soi de l'arrivée du flot de pixels pour la première ligne de l'image suivante $i+1$. Le signal eoi apparaît à un faible laps de temps après la dernière ligne d'une image i .

Dès la réception des premières lignes d'une image, le deuxième bloc 20 commence à effectuer le traitement des mauvais pixels. S'agissant d'une interpolation de valeurs à partir de bons pixels contigus à un mauvais pixel, une correction d'un mauvais pixel à une ligne L donnée peut être réalisée aussitôt après le chargement de la ligne suivante $L+1$ par le premier bloc 18.

Le deuxième bloc 20 délivre l'image corrigée des mauvais pixels ligne par ligne vers le troisième bloc 22, au fil de l'eau. Une ligne est ainsi transférée vers le troisième bloc aussitôt que les éventuels mauvais pixels qui s'y trouvent ont été corrigés.

Du fait que le temps de traitement de mauvais pixels dépend du nombre et de la distribution des mauvais pixels sur une ligne, la fréquence de sortie de lignes vers le troisième bloc 22 est variable, comme le montre la figure 4b.

On note que le traitement des mauvais pixels engendre deux types de retards dans le transfert d'une image vers le troisième bloc: un retard global R_i qui correspond au temps supplémentaire que prend le transfert de l'image i depuis le deuxième bloc par rapport au temps de transfert T_i de cette image depuis le premier bloc 18, et un retard local qui correspond au délai d'attente d'une ligne L à la suivante $L+1$.

Ces retards imposent deux types de contrainte au troisième bloc 22. D'une part, le retard global doit être absorbé de sorte que le troisième bloc puisse continuer à maintenir en sortie le taux de transfert d'images successives (par exemple 30 par seconde), et d'autre part le retard local ne doit pas être tel que le troisième bloc tentera de lire une ligne qui n'est pas encore prête.

Afin d'accommoder ces contraintes, le troisième bloc 22 comprend une mémoire tampon de ligne en entrée qui permet de commencer la lecture des lignes de pixels quelque temps après que celles-ci ont été transmises par le deuxième bloc 20.

Toutefois, le troisième bloc 22 doit à tout moment assurer un débit d'images avec une fréquence de ligne constante et un intervalle T_{es} constant entre les images successives. Cette prérogative implique donc une limite aux retards occasionnés par le traitement des mauvais pixels par le deuxième bloc 20. En effet, la présence de la mémoire tampon dans le troisième bloc ne peut qu'absorber des retards locaux, et ce dans une limite fixée par la capacité de stockage de cette mémoire.

En particulier, les retards locaux dus aux dernières lignes à être chargées dans le troisième bloc sont les plus critiques, puisque le temps restant pour

absorber ces retards est moindre en raison de l'arrivée imminente de l'image suivante.

Au vu de ce qui précède, on retient que pour le cas d'un capteur 2 comportant un nombre donné de
5 mauvais pixels, le pire cas en termes de possibilité de traitement est lorsque ces mauvais pixels sont d'une part groupés dans le même quadrant, et d'autre part lorsqu'ils sont concentrés dans les dernières lignes à être lues.

10 Le procédé de qualification des capteurs conforme à la présente invention tient compte de ces deux types de contribution dans l'évaluation d'un pire cas de traitement des mauvais pixels pour un nombre donné de mauvais pixels. Cette qualification comporte plusieurs
15 phases qui seront décrites dans ce qui suit.

Première phase : détermination du nombre limite de lignes consécutives de mauvais pixels dans le pire cas de topologie.

On note d'abord que les critères de qualification
20 d'un capteur 2 sont établis en fonction de la chaîne d'image 14 dans lequel il est destiné, et également du mode de fonctionnement de cette chaîne. A titre d'exemple, une chaîne ayant des processeurs rapides et un nombre élevé de voies parallèles de traitement de
25 pixels pourra accepter une plus mauvaise distribution de mauvais pixels par rapport à une chaîne moins performante. De même, une application qui demande une fréquence de trame élevée ne pourra pas tolérer un aussi grand nombre de mauvais pixels.

30 Cette phase vise à déterminer quel est, dans le pire des cas, le groupement hypothétique de mauvais pixels dans le capteur à qualifier au-delà duquel on aurait un dysfonctionnement du système de traitement d'image 14 causé par le retard de sortie des images du
35 deuxième bloc 20.

Un tel groupement de mauvais pixels se situera donc dans les dernières lignes de l'image qui seront transmises en sortie du deuxième bloc 20. D'autre part le temps de traitement de chacune de ces lignes sera maximal lorsque tous les pixels attribués à l'une quelconque des quatre voies de traitement parallèle sont mauvais. En effet, le nombre de mauvais pixels dans les autres voies est alors indifférent en raison de traitement parallèle, comme expliqué plus haut.

10 Dans l'exemple, ce pire cas de groupement est ainsi réalisé lorsque les d dernières lignes consécutives contiennent chacune un quadrant de ligne saturé de mauvais pixels, soit 256 mauvais pixels. On désignera "mauvaise ligne" ces lignes saturées de
15 mauvais pixels sur un quadrant. Le nombre minimum de mauvais pixels impliqués dans un tel groupement est donc égal à $d \times 256$.

On détermine ce nombre de lignes d de manière expérimentale, en mesurant le retard R_i occasionné par
20 le traitement des mauvais pixels pour différentes valeurs de d . Le retard R_i est ici mesuré en termes de l'intervalle T_{es} au niveau du deuxième bloc 20 qui sépare le signal e_{oi} de fin de l'image i retardée par ce traitement et l'apparition de l'image suivante $i+1$
25 devant être traitée. Plus le retard R_i est important, plus le temps restant T_{es} sera faible.

On fixe au préalable un seuil minimum ST_{min} pour le temps T_{es} . Ce seuil est établi en fonction des caractéristiques de fonctionnement de la chaîne
30 d'image. Dans l'exemple, ce seuil est fixé à $ST_{min} = 690 \mu s$ pour une application en imagerie dynamique à 30 images par seconde.

Ensuite, on simule sur des groupements de mauvais pixels correspondant au pire cas pour différents
35 nombres de lignes successives d de mauvais pixels MP .

Plusieurs méthodes peuvent être envisagées pour cette simulation. Dans l'exemple, on charge dans le système de traitement d'image 14 une cartographie de mauvais pixels qui correspond à la topologie du groupement de
 5 mauvais pixels à évaluer. De la sorte, le bloc de traitement 20 effectuera sur ces pixels un calcul d'interpolation comme s'il s'agissait de mauvais pixels issus réellement du capteur. Les valeurs numériques de l'ensemble des pixels peuvent être introduites dans le
 10 deuxième bloc 20 à partir d'une mémoire d'image de manière à simuler la sortie réelle du capteur 2.

Le tableau I donne un exemple de résultats obtenus par cette simulation.

**Tableau I: évolution de Tes au niveau du deuxième
 15 bloc pour différents nombres d de mauvaises lignes.**

	d	Nb. mauvais pixels	Tes (μ s)	Dans limite ?
	8	2048	816	Oui
20	10	2560	700	Oui
	11	2816	644	Non

Ces mesures indiquent ici qu'on ne peut avoir, dans le pire cas, plus de d = 10 lignes consécutives qui saturent au moins une voie de traitement parallèle
 25 des mauvais pixels. On désignera ce groupe de 10 lignes le "pire paquet de mauvaises lignes", ou plus simplement "pire paquet" mL (figure 5).

Par ailleurs, on retient le nombre minimum de pixels, désigné limMP, qui doivent être impliqués dans
 30 ce cas de figure, soit $\text{limMP} = 10 \times 256 = 2560$.

Deuxième phase : détermination de l'intervalle minimum admissible entre deux pires paquets de mauvaises lignes mL.

5 A la phase précédente, on s'est borné à analyser le cas le plus extrême de groupement mauvais pixels, à savoir celui qui intervient en fin de traitement.

Toutefois, si un tel pire paquet de mauvaises lignes mL n'apparaît pas en fin de traitement, il est possible dans certains cas d'absorber le retard occasionné par son traitement si:

- d'une part ce paquet est succédé par un nombre suffisant LS de lignes avant un autre tel paquet ou la fin de l'image, et

15 - d'autre part ces lignes LS n'occasionnent elles-mêmes pas trop de temps de traitement de leurs éventuels mauvais pixels.

Autrement dit, les lignes LS d'une image qui succèdent à un pire paquet peuvent offrir un temps de rattrapage au bloc de traitement des mauvais pixels 20.

20 La deuxième phase consiste alors à déterminer le nombre minimum LS de lignes qui doivent séparer deux pire paquets. Pour cela, on procède à une simulation en chargeant dans le deuxième bloc de traitement de mauvais pixels 20 de nouvelles et différentes cartographies de mauvais pixels.

25 La figure 5 est une représentation graphique d'une cartographie 24 utilisée pour cette deuxième phase. Le format de l'image est contenu dans un cadre 26 divisé en quatre quadrants Q1 à Q4 dans le sens des colonnes, chaque quadrant comportant un quart ligne affecté à une voie de traitement parallèle respective. Les parties de l'image contenant des mauvais pixels sont représentées par des traits continus à l'emplacement topographique correspondant du cadre 26.

35 On voit donc que la cartographie 24 comporte les

mauvais paquets $mL1-mL5$, se succédant à un intervalle exprimé en termes de nombre LS de lignes de séparation. On impose qu'un mauvais paquet mL occupe les dernières lignes lues de l'image, c'est-à-dire les 10 lignes du
 5 bas $L1014$ à $L1023$ dans l'exemple considéré. L'intervalle LS correspond au nombre de lignes entre la dernière ligne d'un mauvais paquet mLi et la première ligne du mauvais paquet suivant $mLi+1$.

Dans l'exemple, les mauvais pixels sont groupés
 10 sur un quadrant de ligne, en l'occurrence celui Q4 des pixels de fin de ligne. Toutes les 256 colonnes de chaque ligne d'un mauvais paquet de ce quadrant sont occupées par les mauvais pixels.

En dehors des mauvais paquets $mL1-mL5$, tous les
 15 pixels sont considérés comme bons.

Dans les simulations de cette deuxième phase, on mesure le temps de traitement du deuxième bloc 20 de correction des mauvais pixels avec différentes valeurs pour l'intervalle de lignes LS entre les mauvais
 20 paquets $mL1-mL5$. A chaque mesure, on détermine le retard Ri occasionné par le traitement des mauvais paquets $mL1-mL5$ de l'ensemble de l'image. Comme pour la première phase, ce retard est analysé en termes du temps Tes entre la sortie de l'image après traitement et
 25 l'arrivée de l'image suivante pour traitement. Le seuil de retard maximum acceptable retenu pour une telle cartographie 24 est le même que pour la première phase, à savoir $Tes = 690 \mu s$. Ainsi, toute cartographie qui rend un temps Tes inférieur à cette
 30 valeur est inacceptable.

Le tableau II donne un exemple de mesures du temps Tes pour des cartographies de mauvais pixels ayant différentes valeurs de LS selon le schéma de la figure 5. Ce tableau indique également le nombre total
 35 de mauvais pixels MP contenus dans les cartographies.

Tableau II évolution de Tes au niveau du deuxième bloc pour différentes valeurs de LS.

	LS	total MP dans l'image	Tes (μ s)	Dans limite ?
5				
	210	12 800	696	oui
	194	15 104	696	oui
	182	15 360	620	non

On constate alors à partir de ces valeurs que le plus petit rapprochement avant de dépasser le seuil minimum autorisé de 690 μ s pour Tes est de LS = 194 lignes.

En variante, on peut réaliser ces mesures en modifiant la cartographie de la figure 5 de sorte que seuls les deux mauvais paquets mL1 et mL2 au bas de l'image soient présents. Le nombre de mauvais pixels MP à traiter est alors égal à $2 \times 256 = 512$ pour l'exemple considéré. La valeur pour Tes ainsi obtenue avec cette approche simplifiée est très proche de celle du tableau II pour des valeurs égales de LS. Toutefois, la cartographie de la figure 5 offre plus de précision, car elle tient compte du fait que le retard local pour le traitement d'un mauvais paquet n'est pas toujours complètement absorbé dans l'intervalle de lignes LS, et que des retards peuvent ainsi se cumuler au cours d'une image.

Troisième phase : établissement d'une fenêtre de mesure.

A l'issue de ces deux premières phases, on a établi d'une part le nombre maximum de mauvaises lignes successives autorisées pour former un mauvais paquet mL dans le pire cas de figure, et d'autre part l'intervalle LS entre ces mauvais paquets dans l'ensemble de l'image. Dans l'exemple, on a $d = 10$ et LS = 194.

A partir de ces valeurs, on établit dans la cartographie correspondante 24 une fenêtre W_n (figure 5), dont le nombre de lignes N_{Wn} permet d'encadrer exactement :

- 5 - un mauvais paquet mL , et
- l'intervalle de LS lignes qui le précède.

Le nombre N_{Wn} de lignes occupées par la fenêtre W_n est donc donné par la formule $d+LS$. Dans l'exemple, la fenêtre occupe donc $10+194 = 204$ lignes.

10 La largeur de la fenêtre W_n est égale à la longueur d'une ligne. La fenêtre de l'exemple contient donc $1024 \times 204 = 208\ 896$ pixels, dont 2.560 mauvais pixels selon le plus mauvais cas du point de vue topologique.

15 On est ainsi assuré que le bloc 20 de traitement de mauvais pixels est capable d'absorber dans le plus mauvais cas de figure jusqu'à 2.560 mauvais pixels dans cette fenêtre, où qu'elle se trouve dans l'image. Au-delà de ce nombre limite de mauvais pixels dans la

20 fenêtre, il faudrait tenir compte de leur distribution spatiale au sein de la fenêtre, et de la position de la fenêtre dans l'image, avant de pouvoir établir si le bloc de traitement des mauvais pixels pourrait les absorber sans dépasser le retard maximum autorisé.

25 En imposant d'office cette limite de 2.560 mauvais pixels par fenêtre, calculée pour tenir compte du pire cas, on s'affranchit d'un examen détaillé de la topographie des mauvais pixels, et on simplifie donc le procédé de qualification.

30 Quatrième phase : qualification d'un capteur au moyen de la fenêtre W_n .

Jusqu'à présent, les mesures ont été réalisées sur la base de simulations de cartographies de mauvais pixels MP fournies par un hypothétique capteur ayant les

35 caractéristiques de sortie et de format d'image d'un

capteur réel 2. Ces simulations ont permis de définir la fenêtre W_n qui sera maintenant utilisée pour la qualification de réels capteurs, en se référant à leur cartographie des mauvais pixels.

5 La qualification qui suit met en oeuvre un algorithme exécuté automatiquement par un moyen de calcul programmé. Ce moyen de calcul peut faire partie intégrante du dispositif de traitement d'image 14, ou être un dispositif à part, n'intervenant que lors de la
10 fabrication et de la maintenance de capteurs.

 La figure 6 représente les blocs principaux du moyen de calcul 28. Ce dernier comprend une unité centrale 30 basée sur un système microprocesseur selon une architecture classique, une mémoire vive (RAM) 34
15 et une mémoire figée (ROM) 36.

 La mémoire figée contient le programme de démarrage du système ("boot"), et la mémoire vive est chargée par un ordinateur de type "PC hôte". Les données mémorisées comprennent notamment :

20 - l'algorithme permettant à l'unité centrale 30 de réaliser la qualification ;

 - la cartographie des mauvais pixels du capteur en cours de qualification - cette cartographie peut se présenter comme une liste des mauvais pixels, désignés
25 par leur coordonnées $P(m,n)$; et

 - les paramètres qui interviennent dans l'algorithme, y compris : le nombre de lignes NW_n dans la fenêtre W_n , le nombre maximum de mauvais pixels admissibles dans cette fenêtre, le format de l'image en
30 pixels, et les colonnes de pixels affectées aux différentes voies de traitement parallèle prévues pour le traitement. Dans l'exemple, ce dernier paramètre spécifie que chaque ligne est divisée en quatre quadrants égaux Q1-Q4.

Les résultats de la qualification apparaissent sur un moniteur 36. Il s'agit essentiellement d'une donnée dichotomique du type oui/non, selon que le détecteur est qualifié ou pas. Cette indication peut
 5 être associée à d'autres données, par exemple pour indiquer la position de fenêtre ayant entraîné le rejet, le nombre total de mauvais pixels, etc. afin de disposer de statistiques utiles pour le contrôle qualité.

10 Dans l'analyse des mauvais pixels MP d'une fenêtre W_n , on ne prend en compte que ceux qui se trouvent dans le quadrant où ils sont les plus nombreux, pour une ligne donnée. Ensuite, on calcule la somme Tot.max. de ces mauvais pixels sur l'ensemble
 15 des lignes de la fenêtre W_n . Si cette somme dépasse la limite limMP de 2.560 mauvais pixels pour une quelconque partie de la cartographie où on peut placer cette fenêtre, le capteur évalué (par le biais de sa cartographie) est rejeté.

20 En termes mathématiques, la valeur Tot.max. est exprimée par la formule suivante :

$$\text{Tot.max.} = \sum \max[Q_1(j), Q_2(j), Q_3(j), Q_4(j)] \text{ pour } j=n$$

à m; où:

25 n est le numéro de la première ligne de pixels de la fenêtre W_n ,

m est le numéro de la dernière ligne de pixels de la fenêtre W_n ,

$Q_i(j)$ est le nombre de mauvais pixels dans le quadrant i (pour $i=1$ à 4), et

30 $\max[Q_1(j), Q_2(j), Q_3(j), Q_4(j)]$ est une fonction qui sélectionne la valeur Q la plus élevée parmi Q_1 à Q_4 .

Pour analyser toute la cartographie des pixels, la fenêtre W_n est déplacée ligne par ligne en commençant par le sommet de la cartographie, c'est-à-dire avec la première ligne de la fenêtre correspondant
 35

à la première ligne de pixels de l'image délivrée par le capteur. Le calcul de la valeur Tot.Max. et sa comparaison avec la limite limMP de 2.560 mauvais pixels, sont alors répétés à chaque déplacement de
 5 ligne vers le bas.

L'analyse est terminée lorsque la fenêtre atteint le bas de la carte, c'est-à-dire lorsque la dernière ligne de la fenêtre est à la dernière ligne de pixels de l'image.

10 La figure 7 illustre graphiquement ce processus de calcul de Tot.max. sur une fenêtre glissante W_n . Dans cette figure, la fenêtre W_n en cours de calcul est représentée en traits pleins. La formule donnant la valeur Tot.max. pour cette fenêtre est donnée à la
 15 droite de la figure. La position précédente de la fenêtre (désignée W_{n-1}) est représentée en pointillés.

La figure 8 est un organigramme qui représente les phases principales intervenant dans la qualification d'un capteur par le moyen de calcul 28.

20 On commence par le chargement dans la mémoire RAM 32 de la cartographie des mauvais pixels pour le capteur à qualifier (étape E2) et des paramètres précités utilisés dans l'algorithme (étape E4).

Ensuite, l'unité centrale 30 positionne la
 25 fenêtre W_n au sommet de la cartographie des pixels 24 (figure 7). Cette opération consiste essentiellement à charger dans un registre les lignes de pixels de la fenêtre en respectant leur cartographie locale au sein de cette fenêtre (étape E6). La succession des lignes
 30 formant une fenêtre doit correspondre à la succession des lignes dans l'ordre où ils sortent du détecteur.

Les mauvais pixels MP de la première ligne L_0 de la fenêtre sont lus (étape E8) et le nombre de mauvais pixels est totalisé sur chacun des quatre quadrants Q_1

à Q4 (étape E10). On obtient alors quatre sous-totaux de mauvais pixels, un par quadrant Q1-Q4.

Ensuite, l'unité centrale 30 sélectionne celui des sous-totaux de mauvais pixels qui est le plus élevé, ce sous-total étant désigné MPmax (étape E12). Il s'agit là d'effectuer l'opération mathématique $\max[Q1(j), Q2(j), Q3(j), Q4(j)]$, où j correspond ici à la ligne 0. La valeur MPmax est alors enregistrée dans un registre qui permet d'accumuler des valeurs MPmax pour les lignes successives de la fenêtre Wn (étape E14).

L'unité centrale 30 continue les opérations précitées pour la prochaine ligne L1 de la fenêtre Wn (étape E16). Cependant, avant de procéder à ces opérations, il est vérifié que cette prochaine ligne ne dépasse pas la dernière ligne de la fenêtre (étape E18). Cette étape permet de passer à la fenêtre suivante lorsque la dernière ligne d'une fenêtre a été traitée. Elle consiste dans l'exemple à établir que si le numéro de la prochaine ligne + 1 dépasse la limite inférieure de la fenêtre, cette ligne est effectivement la dernière.

Le rebouclage b1 à l'issue de l'étape E18 permet ainsi d'obtenir et d'enregistrer les valeurs MPmax successivement pour toutes les lignes de la fenêtre, en réitérant les étapes E10 à E18. On note que le rebouclage b1 comprend une étape E20 de chargement de la prochaine ligne, qui se substitue à l'étape E8 de chargement de la première ligne.

Lorsque toutes les lignes de la fenêtre Wn ont été traitées, l'étape E18 de détection de la dernière ligne traitée aiguille le processus vers l'étape d'établissement de la somme de toutes ces valeurs MPmax ainsi obtenues pour chacune des lignes (étape E22). Cette somme constitue la valeur Tot.max. précitée pour la fenêtre Wn, désignée Tot.max.n.

Ensuite, l'unité centrale 30 détermine si cette valeur n'excède pas le seuil limMP de mauvais pixels admissibles pour une fenêtre donnée, i.e. 2 560 dans l'exemple. Si on a $Tot.max.n > 2\ 560$, le capteur ayant la cartographie 24 analysée est rejeté (étape E24). Dans le cas contraire, le processus est répété pour la fenêtre suivante, qui correspond à la précédente fenêtre glissée d'une ligne vers le bas.

Le processus est ainsi répété pour toutes les fenêtres W_n successives à analyser, chaque nouvelle fenêtre correspondant à un glissement d'une ligne par rapport à la fenêtre précédente (étape E26).

On note que, conformément à la présente invention, le processus de qualification ne rend pas compte de la topologie des mauvais pixels sur les lignes considérées au sein d'une fenêtre, ce qui simplifie les moyens à mettre en oeuvre.

La fin de la qualification, si elle n'est pas interrompue par un rejet à l'étape E24 précitée, intervient lorsque la fenêtre aura été déplacée ligne par ligne jusqu'à la position où sa dernière ligne coïncide avec la dernière ligne L1023 de la cartographie 24 (étape E28). Tant que cette position n'a pas été atteinte, le processus est répété à partir de l'étape E8 pour chaque nouvelle fenêtre W_n (rebouclage b2).

Ce processus permet ainsi de balayer toute la cartographie 24 d'un capteur en cours de qualification et de détecter si, à un endroit quelconque, il est possible de placer une fenêtre W_n de sorte que le nombre Tot.max. dépasse 2.560, et de rejeter le capteur dans un tel cas.

On note que le calcul peut être grandement simplifié dans la pratique en tenant compte du fait que le nombre Tot.max. diffère entre deux fenêtres qui se

succèdent que par la différence entre le nombre MPmax pour la dernière ligne de la nouvelle fenêtre et le nombre MPmax pour la première ligne de la précédente fenêtre, les autres valeurs de MPmax utilisées pour
5 calculer Tot.max. étant les mêmes.

Dans la pratique, les mauvais pixels MP d'un capteur ne seront que rarement répartis pour constituer le pire cas (concentrés dans un même quadrant pour une ligne donnée et sur les dernières lignes à être lues).
10 De la sorte, un capteur qui n'est pas rejeté par le processus de sélection conforme à la présente invention aura une probabilité élevée de pouvoir permettre un traitement des mauvais pixels même si de nouveaux mauvais pixels apparaissent lors de son utilisation.
15 Les critères élaborés lors des phases 1 à 3 précitées créent donc une marge de sécurité.

Il est possible d'augmenter cette marge, par exemple pour assurer des espacements plus importants entre deux qualifications d'un même capteur, en
20 ajoutant une phase supplémentaire après la troisième phase, qui consiste à diminuer le nombre total de mauvais pixels admissibles LimMP pour une fenêtre. Cette diminution peut être exprimée par un pourcentage. A titre d'exemple, on peut envisager de diminuer de 10%
25 le nombre LimMP de 2.560 mauvais pixels obtenu à l'issue de la troisième phase, ramenant le seuil maximum à 2304.

Une marge supplémentaire peut aussi être créée en augmentant le nombre de lignes NWn occupées par la
30 fenêtre, par un nombre fixe ou par un pourcentage. A titre d'exemple, le nombre de lignes peut être augmenté de 10% environ, ce qui donnerait une fenêtre de 220 lignes au lieu de 204 lignes dans le cas d'espèce.

Dans la pratique, il s'avère que les critères
35 appliqués et le processus de qualification donnent lieu

à un taux de rejet relativement faible pour les capteurs en sortie de fabrication, tout en assurant une bonne durée de vie en cours d'utilisation.

L'exemple donné est basé sur un capteur à sortie
 5 unique pixels, qui fournit au système de traitement d'image 14 les lignes successives du haut vers le bas de l'image, avec les pixels de chaque ligne mis dans l'ordre $P(m,0)$ à $P(m,1023)$.

Dans le cas du capteur de la figure 1, cependant,
 10 il est nécessaire de tenir de compte du fait que quatre circuits de lecture sont utilisés en parallèle.

La figure 9 représente schématiquement le découpage du plan d'image de la cartographie 24 des pixels en quatre secteurs SR1-SR4 d'un quart d'image,
 15 chacun lu par un circuit de lecture respectif R1-R4. Chaque circuit de lecture prélève les pixels à partir d'un coin de l'image 26, en lisant séquentiellement chaque demi-ligne de son secteur à partir de la ligne du bord supérieur (détecteur R1 ou R2) ou inférieur
 20 (détecteur R3 ou R4), la dernière demi-ligne lue étant celle du centre de l'image. A titre d'exemple, le circuit de lecture R1 lit d'abord la demi-ligne du pixel $P(0,0)$ à $P(0,511)$ et termine la lecture par le pixel $P(511,511)$.

25 Les sorties S1-S4 des circuits de lecture alimentent en parallèle le système de traitement d'image 14. Cela implique que le deuxième bloc 20 de traitement des mauvais pixels reçoit pour chaque image d'abord la première ligne et la dernière ligne,
 30 fournies respectivement par les circuits de lecture SR1, SR2 et SR3, SR4, et en fin d'image les lignes du milieu L511 et L512. Les sorties S1 et S2 d'une part S3 et S4 d'autre part sont reconfigurées en amont pour assurer que les pixels de chaque ligne fournie se
 35 succèdent dans l'ordre de leur position dans l'image.

Il en résulte que les lignes critiques, c'est-à-dire les dernières à être lues (et donc à être traitées), se situent alors au milieu de l'image. Cette différence n'affecte pas le fond de l'élaboration des phases 1 à 4 précitées.

En ce qui concerne la qualification du capteur 2, on adapte la cartographie de manière qu'elle présente du sommet vers le bas les lignes dans leur ordre d'apparition en entrée de traitement des mauvais pixels.

La figure 10 est une représentation de la cartographie 24 analogue à celle de la figure 7, adaptée pour le capteur selon la figure 9. On constate que la fenêtre W_n est alors constituée d'une succession de lignes provenant alternativement de part et d'autre des bords inférieurs et supérieurs de l'image restant à lire. Ainsi, pour une fenêtre W_n dont la première ligne est la ligne n , l'ordre des lignes pris en compte est: L_n , $L(1023-n)$, $L(n+1)$, $L(1022-n)$, ...

Le calcul du nombre total $Tot.max.$ de mauvais pixels MP à prendre en compte dans la fenêtre W_n reste identique au cas précédent. On note en effet que les lignes de la cartographie 24 dans la figure 10 sont également divisées en quatre quadrants $Q1-Q4$ correspondant à des voies parallèles de traitement respectives.

De même, les possibilités de prévoir des marges supplémentaires par une diminution de la limite tolérée pour $LimMP$ et/ou par l'augmentation du nombre NW_n de lignes de la fenêtre s'appliquent également à ce cas.

Il sera maintenant décrit une variante du calcul du nombre $Tot.max$ pour une fenêtre donnée W_n , qui permet une simplification du procédé.

Selon cette variante, l'ensemble de mauvais pixels MP à prendre en compte dans une une fenêtre

donnée est simplement le nombre de mauvais pixels présents dans cette fenêtre. Autrement dit, on ne sélectionne pas pour chaque ligne seulement le quadrant qui présente le plus grand nombre de mauvais pixels.

- 5 Exprimé mathématiquement, l'ensemble de mauvais pixels à prendre en compte pour une fenêtre W_n est $Tot.max. = \sum MP(L_i)$ pour $i=m$ à n , où m et n sont respectivement la première et la dernière ligne de la fenêtre W_n .

10 Au besoin, on peut modifier la limite $LimMP$ tolérée pour $Tot.max.$, étant donné que ce mode de calcul tendra à rendre des valeurs $Tot.max.$ supérieures par rapport au mode précédemment décrit.

Cette variante s'applique à toutes les cartographies, notamment à celles des figures 7 et 10.

- 15 La figure 11 donne trois exemples de distribution de mauvais pixels MP sur des fenêtres respectives W_a , W_c et W_c délimitées par des lignes en pointillés. La répartition des mauvais pixels dans la fenêtre W_a est mauvaise en ce sens que ces derniers sont groupés en 10
20 lignes de 256 pixels consécutifs sur un même quadrant Q_1 . Cette distribution correspond effectivement au pire cas selon l'exemple décrit, qui fixe la limite supérieure de 10x256 mauvais pixels autorisés pour une fenêtre.

- 25 La répartition des mauvais pixels dans la fenêtre W_c est également mauvaise, s'agissant aussi de 10 groupes de 256 mauvais pixels consécutifs. Elle diffère de celle de la fenêtre W_a en ce que les groupes ne sont pas tous dans le même quadrant. Toutefois, on
30 remarque qu'il n'y a jamais plus d'un groupe de mauvais pixels par ligne, ce qui exclut la possibilité d'un traitement en parallèle d'une partie de ces derniers. De ce fait, le temps de traitement est sensiblement le même que pour la fenêtre W_a .

La répartition des mauvais pixels dans la fenêtre Wb est meilleure, car on en trouve répartis sur plusieurs quadrants Q1-Q4 d'une même ligne. Ces pixels pourront alors être traités en parallèle dans les voies de traitement respectives, le temps maximum de traitement étant égal au temps de traitement pour le quadrant qui contient le plus grand nombre de mauvais pixels. La fenêtre comporte environ 13x256 pixels, c'est-à-dire plus que la limite fixée pour le rejet, mais peut néanmoins accepter encore plus de mauvais pixels sans mettre en cause le bon fonctionnement du traitement. Il s'agit donc là d'une fenêtre qui aurait causé le rejet du capteur non pas en raison d'un dysfonctionnement immédiat de dernier dans le traitement des mauvais pixels, mais du fait qu'elle n'offre pas une assez grande marge pour accommoder d'éventuels nouveaux mauvais pixels durant l'utilisation, selon les critères retenus.

On constate de ce qui précède que si les mauvais pixels sont mal répartis dans les quatre quadrants Q1-Q4, la capacité de traitement sera de seulement $2.560 \times 1023 / 204 = 12\ 837$ mauvais pixels par capteur 2, ou de $2.300 \times 1023 / 220 = 10\ 695$ mauvais pixels en ajoutant les marges précitées, sur la base des chiffres de l'exemple.

Le procédé conforme à l'invention présente un compromis judicieux et efficace entre la complexité de la qualification d'un capteur et la fiabilité dans l'estimation de la capacité à absorber la charge pour la correction des mauvais pixels. On note en particulier que le procédé :

- ne fixe aucune contrainte en ce qui concerne le rapprochement des mauvaises lignes ou des amas de mauvais pixels, la seule contrainte étant qu'il ne doit pas y avoir plus d'un nombre déterminé de lignes

saturées de mauvais pixels pour respecter la spécification du capteur,

- permet de prendre une marge sur la densité des mauvais pixels, afin d'éviter le rejet du capteur si
5 certains mauvais pixels apparaissent en cours d'utilisation, et

- est relativement aisé à mettre en oeuvre et ne demande pas de moyens de calcul ou de paramètres complexes.

10 On comprendra que les principes de l'invention s'appliquent à toutes sortes de capteurs qui livrent en sortie des pixels, quels que soient leur format d'image, leur plage de sensibilité spectrale ou leurs dimensions. A titre indicatif seulement, l'invention
15 peut être mise en oeuvre pour des capteurs d'images radiologiques, infrarouges, optiques (par exemple des capteurs de type CCD (charge-coupled device), ces capteurs présentant des éléments sensibles sous forme matricielle ou linéaire (pour fonctionnement par
20 défilement).

Par ailleurs, les valeurs données pour différents paramètres ne sont nullement limitatives, l'homme du métier pouvant sélectionner les valeurs qui conviennent en fonction de l'application visée, à la lumière des
25 enseignements donnés. Par exemple, le procédé se prête à tous les formats d'image, et à tout système de traitement des mauvais pixels. Dans le mode de réalisation, celui-ci utilise quatre voies parallèles de traitement, ce qui implique le découpage des lignes
30 en quatre quadrants. Bien entendu, on pourra généraliser cette notion à un système ayant un nombre s de voies parallèles de traitement (où s est un entier égal ou supérieur à 1), dans lequel cas on découpera les lignes en s sections, chacune affectée à une voie
35 de traitement respective. Dans ce cas, on prendra en

compte la section ayant le plus grand nombre de mauvais pixels pour évaluer la valeur Tot.max.

Pour un traitement non parallèle ($s=1$), on prendra en compte tous les mauvais pixels d'une ligne.

RE V E N D I C A T I O N S

1. Procédé de qualification d'un capteur d'image (2) du type fournissant des images sous forme de pixels ($P(m,n)$), la qualification étant établie en fonction des éventuels mauvais pixels (MP) en sortie du capteur et de moyens spécifiques (20, 28) mis en oeuvre pour le traitement de ces mauvais pixels, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :
 - déterminer la limite maximale ($limMP$) du nombre de mauvais pixels (MP) dans une zone déterminée de l'image pouvant être traités par les moyens (20, 28) de traitement des mauvais pixels, pour le cas d'une répartition défavorable de ces derniers en termes de temps de traitement (R_i) nécessité,
 - définir une fenêtre (W_n) ayant le format de ladite zone déterminée,
 - établir une cartographie (24) des pixels formant une image délivrée par le capteur (2), qui indique les emplacements des mauvais pixels,
 - contrôler si une partie de ladite cartographie pouvant contenir ladite fenêtre comporte un ensemble de mauvais pixels qui n'est pas compatible avec ladite limite maximale, et
 - qualifier ou rejeter le capteur en fonction du contrôle.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de contrôle consiste à déplacer ladite fenêtre (W_n) ligne par ligne sur toute la cartographie (24) et à réaliser, pour chaque position de la fenêtre, un calcul à partir du nombre de mauvais pixels (MP) présents dans ladite fenêtre.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, où le traitement des mauvais pixels (MP) est destiné à être

réalisé en parallèle, chaque ligne de pixels en sortie du capteur étant divisée en un nombre s de sections (Q1-Q4), les pixels de chaque section étant affectés à une voie respective de traitement parallèle, caractérisé en ce que l'ensemble des mauvais pixels pris en compte dans une fenêtre (W_n) lors de l'étape de contrôle est constitué, pour chaque ligne de la fenêtre, uniquement des mauvais pixels se trouvant dans celle parmi les s sections de ligne où ils sont les plus nombreux.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'ensemble des mauvais pixels pris en compte est constitué par la somme (Tot.max) des pixels les plus nombreux dans une section de ligne (Q1-Q4), sur chacune des lignes de la fenêtre (W_n), cette somme ne devant pas dépasser ladite limite maximale (limMP).

5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que le nombre de sections de ligne (Q1-Q4) est égal à quatre, les mauvais pixels (MP) étant traités en parallèle sur quatre voies au niveau des moyens (20, 28) de correction des mauvais pixels (MP).

6. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'ensemble des mauvais pixels (MP) pris en compte lors de l'étape de contrôle est constitué par la somme des mauvais pixels dans ladite fenêtre (W_n).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'un détecteur (2) est rejeté s'il existe au moins un emplacement de ladite fenêtre (W_n) sur sa cartographie (24) pour lequel l'ensemble des mauvais pixels (MP) n'est pas compatible avec ladite limite maximale (limMP).

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ladite limite maximale (limMP) est calculée sur la base du nombre de lignes (mL) de mauvais pixels (MP) dans un paquet de mauvaises lignes comprenant un nombre déterminé de lignes successives, chacune comprenant un nombre de mauvais pixels apte à occasionner un temps de traitement maximal pour cette ligne aux moyens (20, 28) des traitements des mauvais pixels, ou à l'une des voies de traitement parallèle de ces moyens.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que ledit nombre (mL) déterminé de mauvaises lignes est le nombre limite de lignes au-delà duquel le temps de traitement des mauvais pixels pour l'ensemble du paquet de mauvaises lignes occasionnerait un retard inadmissible dans la sortie de l'image après le traitement.

10. Procédé selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que ledit paquet de mauvaises lignes comprend les dernières lignes à être traitées par les moyens (20, 28) de traitement des mauvais pixels (MP).

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que la dimension de ladite zone déterminée (NWn), et donc de la fenêtre (Wn), est calculée sur la base d'une fréquence maximale d'apparition d'un paquet de mauvaises lignes (mL) dans une cartographie hypothétique (24), au-delà de laquelle le temps de traitement (Ri) des mauvais pixels (MP) pour l'ensemble occasionnerait un retard (Ri) inadmissible dans la sortie de l'image après le traitement.

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que la dimension (NW_n) de ladite fenêtre (W_n) est fonction du nombre de mauvaises lignes (mL) dans un
5 paquet de mauvaises lignes et du nombre (LS) de lignes qui séparent deux paquets de mauvaises lignes successifs dans ladite cartographie hypothétique (24).

13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en
10 ce que la dimension (NW_n) de ladite fenêtre (W_n), exprimée en lignes de pixels, est égale au moins au nombre (mL) de mauvaises lignes dans un paquet de mauvaises lignes plus le nombre (LS) de lignes qui
séparent deux paquets de mauvaises lignes successifs
15 dans ladite cartographie hypothétique (24).

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que le calcul de la limite maximale ($limMP$) du nombre de mauvais pixels (MP) dans
20 une zone déterminée de l'image pouvant être traités comprend une première phase d'établissement d'une valeur limite réelle, et d'une seconde étape d'obtention d'une valeur limite utilisée pour ledit contrôle, cette dernière valeur étant obtenue en
25 diminuant ladite valeur limite réelle.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que le calcul la dimension (NW_n) de ladite fenêtre (W_n) comprend une première
30 phase d'établissement d'une dimension établie sur la base d'une valeur limite réelle en termes de nombre de lignes, et d'une seconde phase d'obtention d'une valeur de dimension utilisée pour ledit contrôle, cette dernière valeur étant obtenue en augmentant ladite
35 valeur limite réelle.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, où la qualification est prévue pour un cas d'utilisation de détecteur (2) délivrant des images en mode dynamique, la séparation entre deux images successives ($i, i+1$) étant fixée, caractérisé en ce que ledit temps de traitement nécessité lors de l'étape de détermination de la limite maximale (limMP) du nombre de mauvais pixels est déterminée sur la base du temps restant entre la fin d'une image en sortie après le traitement des mauvais pixels et l'arrivée de l'image suivante pour un traitement des mauvais pixels.

17. Procédé selon la revendication 16, où la fréquence des images dynamiques est de 30 images par seconde, caractérisé en ce que la limite maximale (limMP) du nombre de mauvais pixels (MP) est déterminée afin que ledit temps restant (Tes) reste supérieur ou égal à 690 microsecondes.

20

18. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce qu'il est mis en oeuvre pour la qualification de capteurs (2) destinés à la radiologie médicale.

25

19. Dispositif (20, 28) de qualification d'un capteur d'image (2) du type fournissant des images sous forme de pixels ($P(m,n)$), la qualification étant établie en fonction des éventuels mauvais pixels (MP) en sortie du capteur et de moyens spécifiques mis en oeuvre pour le traitement de ces mauvais pixels, caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens (32) de chargement d'une cartographie (24) des pixels formant une image délivrée par le

capteur (2), qui indique les emplacements des mauvais pixels (MP),

- des moyens (32) de chargement de paramètres de calcul de la qualification, dont :

5 - la limite maximale (limMP) du nombre de mauvais pixels (MP) dans une zone déterminée de l'image pouvant être traités par les moyens (20, 28) de traitement des mauvais pixels, pour le cas d'une répartition défavorable de ces derniers en termes de
10 temps de traitement nécessité, et

- une fenêtre (Wn) ayant le format de ladite zone déterminée,

- une unité de calcul (30) pour appliquer lesdits paramètres de calcul sur ladite cartographie afin de
15 déterminer si une partie de ladite cartographie pouvant contenir ladite fenêtre comporte un ensemble de mauvais pixels qui n'est pas compatible avec ladite limite maximale, et

- des moyens (36) permettant de qualifier ou rejeter le
20 capteur en fonction du contrôle.

20. Dispositif selon la revendication 19, caractérisé en ce que l'unité de calcul (28) comprend des moyens (30) pour déplacer ladite fenêtre (Wn) ligne par ligne
25 sur toute la cartographie (24), et des moyens (30) pour réaliser un calcul à partir du nombre de mauvais pixels présents dans ladite fenêtre.

21. Dispositif selon la revendication 19 ou 20, où le
30 traitement des mauvais pixels (MP) est destiné à être réalisé en parallèle, chaque ligne de pixels en sortie du capteur (2) étant divisée en un nombre s de sections (Q1-Q4), les pixels de chaque section étant affectés à une voie respective de traitement parallèle,
35 caractérisé en ce que l'ensemble des mauvais pixels

(MP) pris en compte dans une fenêtre (W_n) par les moyens de calcul (30) est constitué, pour chaque ligne de la fenêtre, uniquement des mauvais pixels se trouvant dans celle parmi les sections de ligne où ils sont les plus nombreux.

22. Dispositif selon la revendication 21, caractérisé en ce que l'ensemble des mauvais pixels (MP) pris en compte est constitué par la somme des pixels les plus nombreux dans une section de ligne, sur chacune des lignes de la fenêtre (W_n), cette somme ne devant pas dépasser ladite limite maximale ($limMP$).

23. Dispositif selon la revendication 21 ou 22, caractérisé en ce que le nombre de sections de ligne (Q_1 - Q_4) est égal à quatre, les mauvais pixels (MP) étant traités en parallèle sur quatre voies au niveau des moyens (20, 28) de correction des mauvais pixels.

24. Dispositif selon la revendication 19 ou 20, caractérisé en ce que l'ensemble des mauvais pixels (MP) pris en compte est constitué par la somme des mauvais pixels dans ladite fenêtre (W_n).

25. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 19 à 24, caractérisé en ce qu'un détecteur (2) est rejeté s'il existe au moins un emplacement de ladite fenêtre (W_n) sur sa cartographie (24) pour lequel l'ensemble des mauvais pixels (MP) n'est pas compatible avec ladite limite maximale ($limMP$).

26. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 19 à 25, caractérisé en ce que ladite limite maximale ($limMP$) est calculée sur la base du

nombre de mauvais pixels (MP) dans un paquet de mauvaises lignes comprenant un nombre (ML) déterminé de lignes successives, chacune comprenant un nombre de mauvais pixels apte à occasionner un temps de traitement (Ri) maximal pour cette ligne aux moyens des traitements des mauvais pixels (28, 30), ou à l'une des voies de traitement parallèle de ces moyens.

27. Dispositif selon la revendication 26, caractérisé en ce que ledit nombre (ML) déterminé de mauvaises lignes est le nombre limite de lignes au-delà duquel le temps de traitement des mauvais pixels (MP) pour l'ensemble du paquet de mauvaises lignes occasionnerait un retard (Ri) inadmissible dans la sortie de l'image après le traitement.

28. Dispositif selon la revendication 26 ou 27, caractérisé en ce que ledit paquet de mauvaises lignes (ML) comprend les dernières lignes à être traitées par les moyens (20, 28) de traitement des mauvais pixels (MP).

29. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 26 à 28, caractérisé en ce que la dimension (NWn) de ladite zone déterminée, et donc de la fenêtre (Wn), est calculée sur la base d'une fréquence maximale d'apparition d'un paquet de mauvaises lignes (ML) dans une cartographie hypothétique (24), au-delà de laquelle le temps de traitement des mauvais pixels pour l'ensemble occasionnerait un retard (Ri) inadmissible dans la sortie de l'image après le traitement.

30. Dispositif selon la revendication 29, caractérisé en ce que la dimension (LWn) de ladite fenêtre (Wn) est

fonction du nombre de mauvaises lignes (ML) dans un paquet de mauvaises lignes et du nombre (LS) de lignes qui séparent deux paquets de mauvaises lignes successifs dans ladite cartographie hypothétique (24).

5

31. Dispositif selon la revendication 30, caractérisé en ce que la dimension (LWn) de ladite fenêtre (Wn), exprimée en lignes de pixels, est égale au nombre de mauvaises lignes (ML) du paquet de mauvaises lignes plus deux fois le nombre (LS) de lignes qui séparent deux paquets de mauvaises lignes successifs dans ladite cartographie hypothétique (24).

15

32. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 19 à 31, caractérisé en ce que le calcul de la limite maximale (limMP) du nombre de mauvais pixels (MP) dans une zone déterminée de l'image pouvant être traités comprend une première phase d'établissement d'une valeur limite réelle, et d'une seconde étape d'obtention d'une valeur limite utilisée pour ledit calcul, cette dernière valeur étant obtenue en diminuant ladite valeur limite réelle.

20

33. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 19 à 32, caractérisé en ce que le calcul la dimension (NWn) de ladite fenêtre (Wn) comprend une première phase d'établissement d'une dimension établie sur la base d'une valeur limite réelle en termes de nombre de lignes, et d'une seconde phase d'obtention d'une valeur de dimension utilisée pour ledit calcul, cette dernière valeur étant obtenue en augmentant ladite valeur limite réelle.

30

34. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 19 à 33, où la qualification est prévue

35

pour un cas d'utilisation de détecteur (2) délivrant des images en mode dynamique, la séparation entre deux images successives ($i, i+1$) étant fixée, caractérisé en ce que ledit temps de traitement nécessité lors de l'étape de détermination de la limite maximale du nombre de mauvais pixels est déterminée sur la base du temps restant entre la fin d'une image en sortie après le traitement des mauvais pixels et l'arrivée de l'image suivante pour traitement.

10

35. Dispositif selon la revendication 34, où la fréquence des images dynamiques est de 30 images par seconde, caractérisé en ce que la limite maximale du nombre de mauvais pixels est déterminée afin que ledit temps restant (Tes) reste supérieur ou égal à 690 microsecondes.

36. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 19 à 35, caractérisé en ce qu'il est mis en oeuvre pour la qualification de capteurs (2) destinés à la radiologie médicale.

20

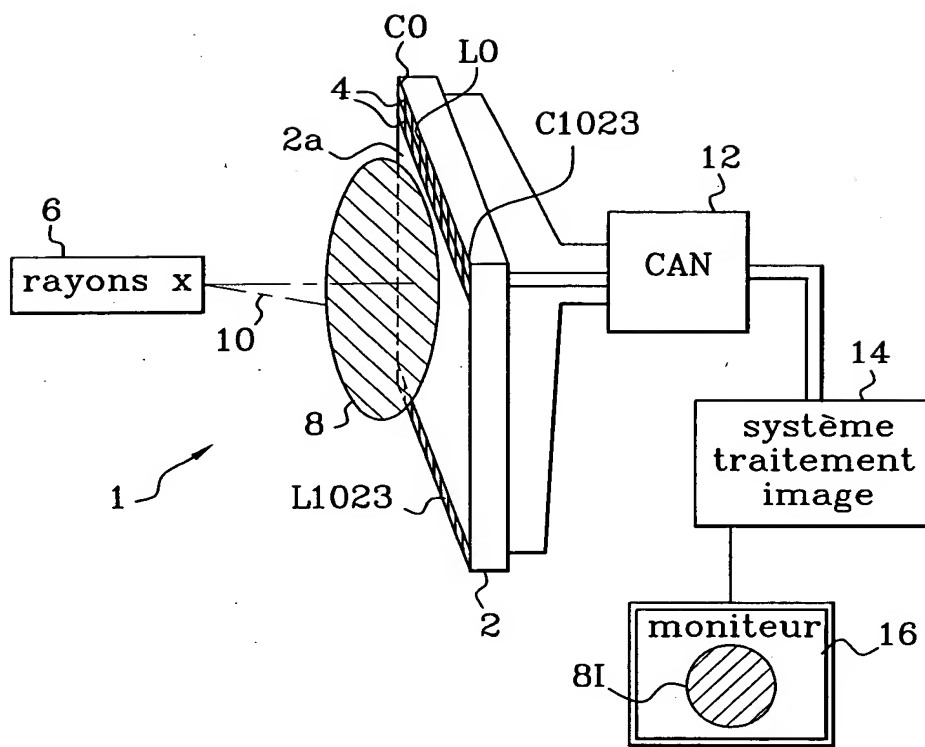
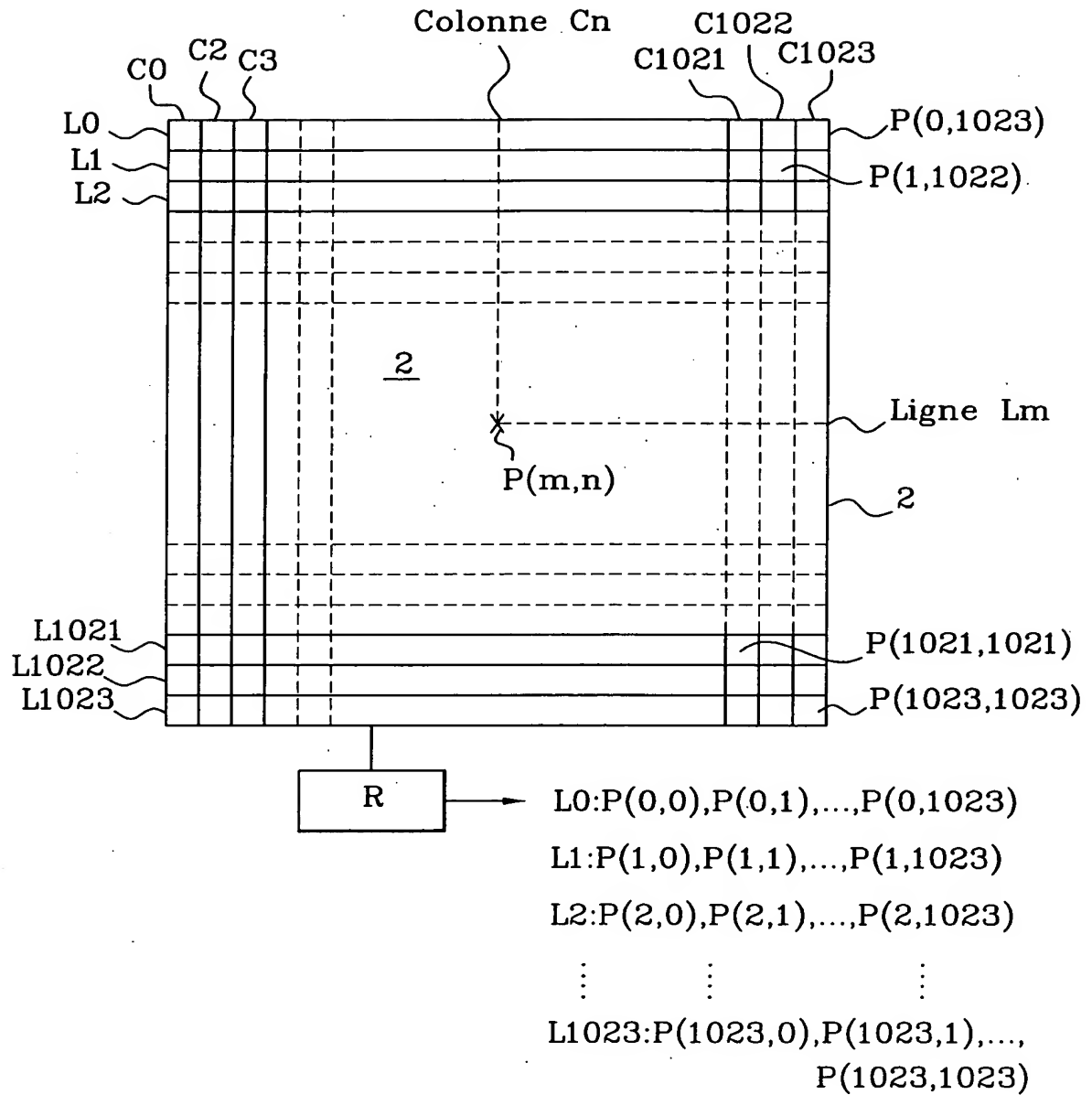
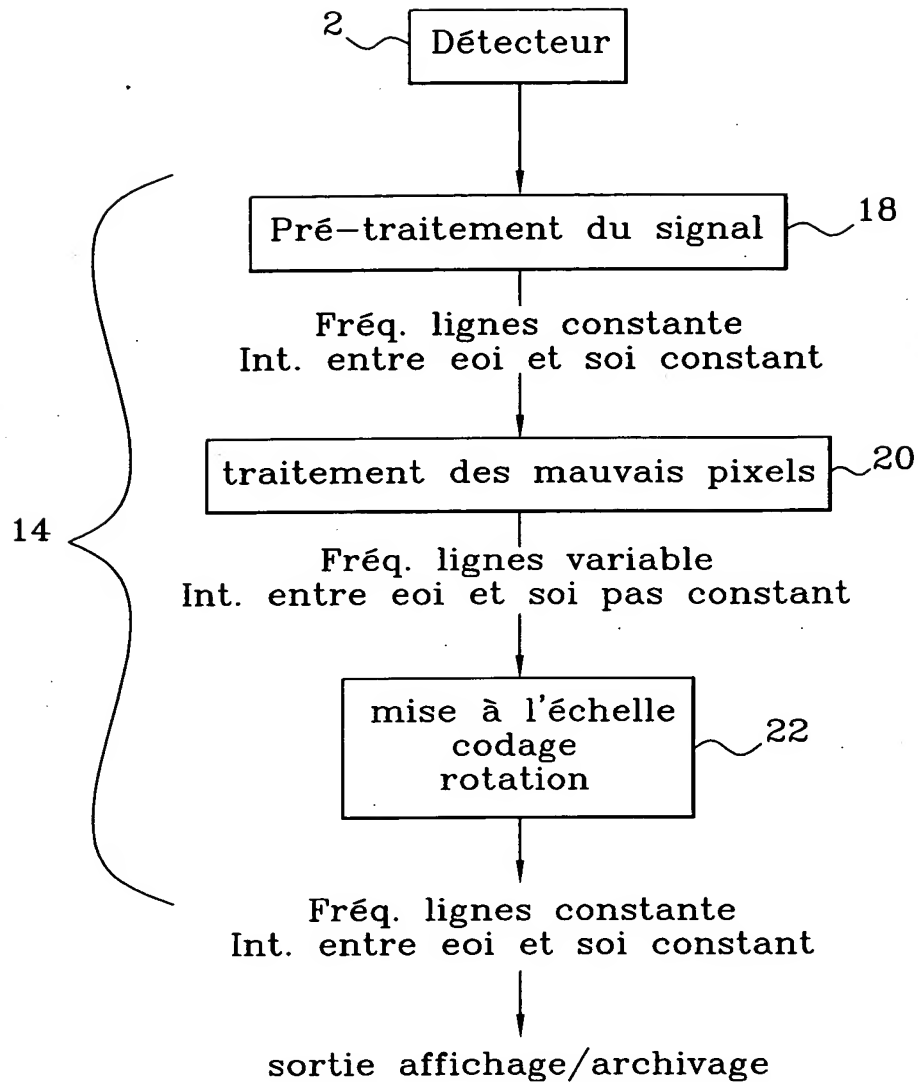
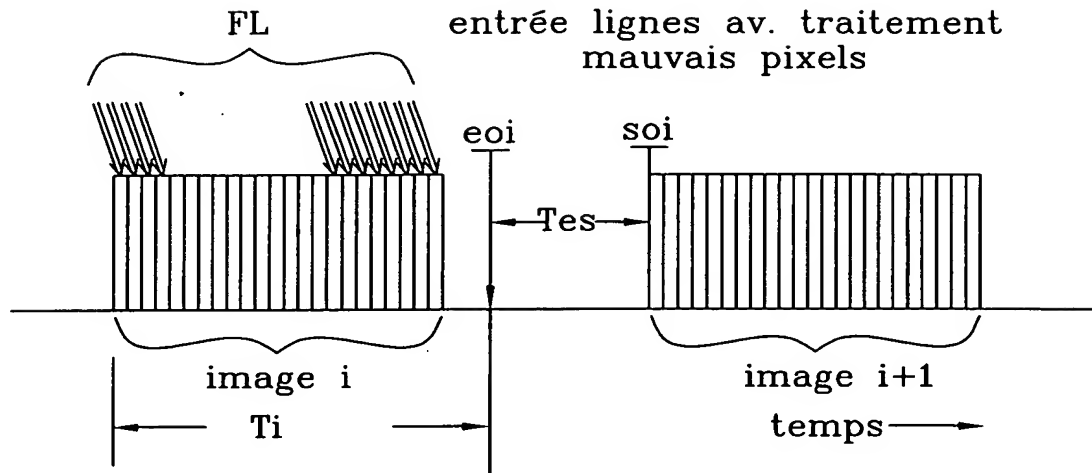
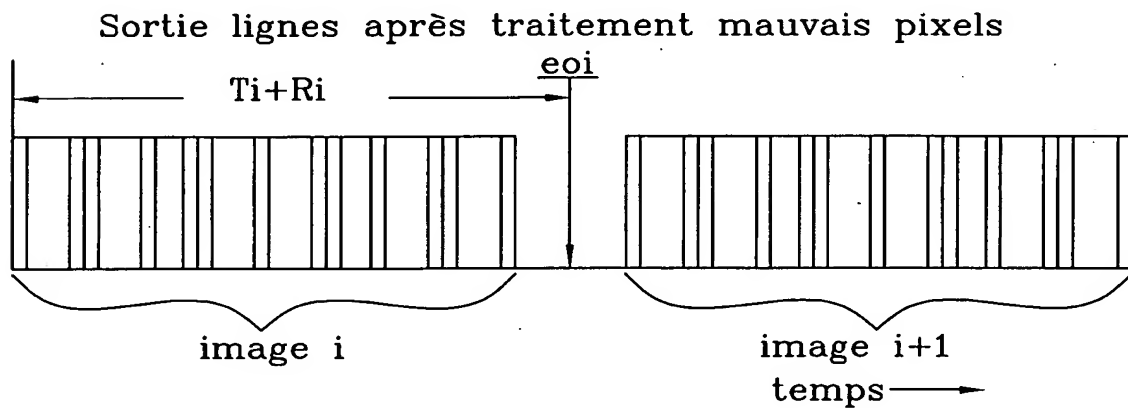
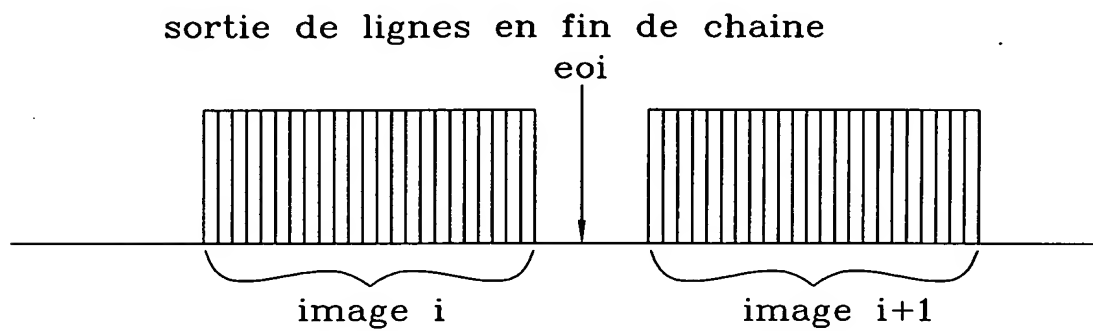
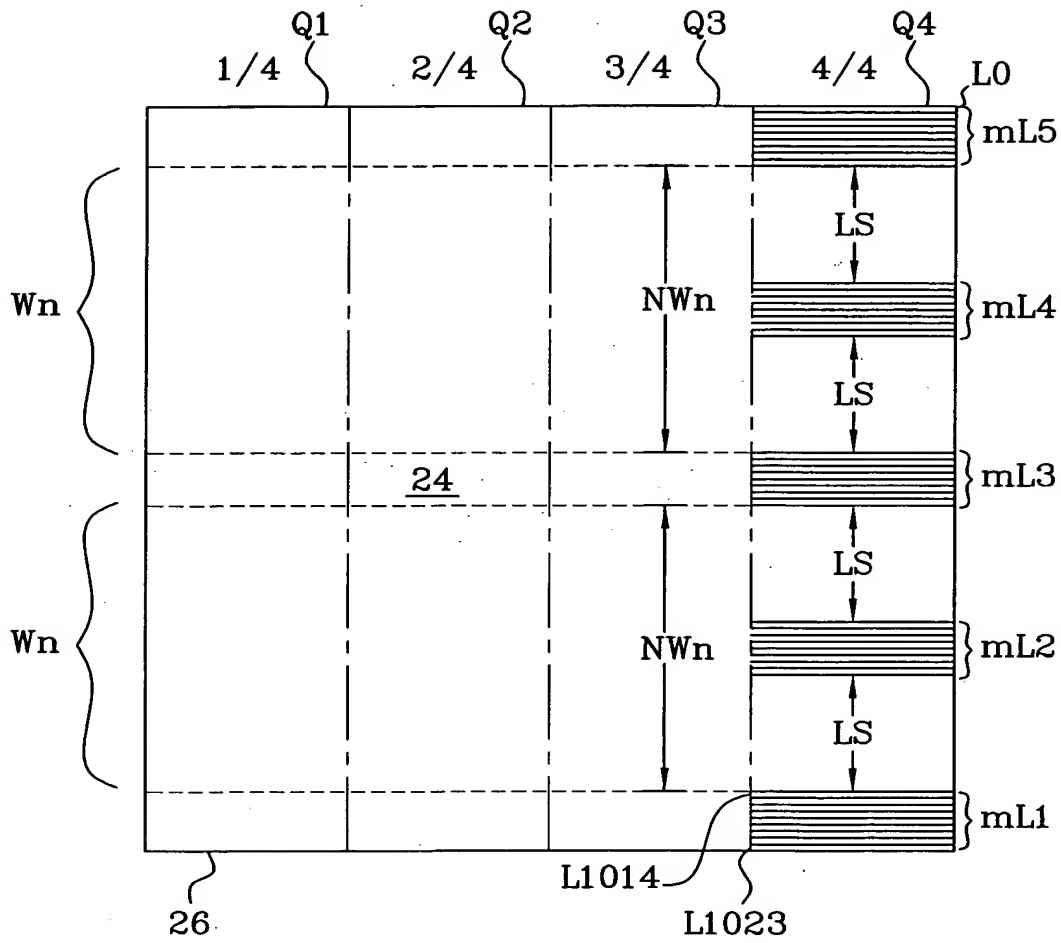


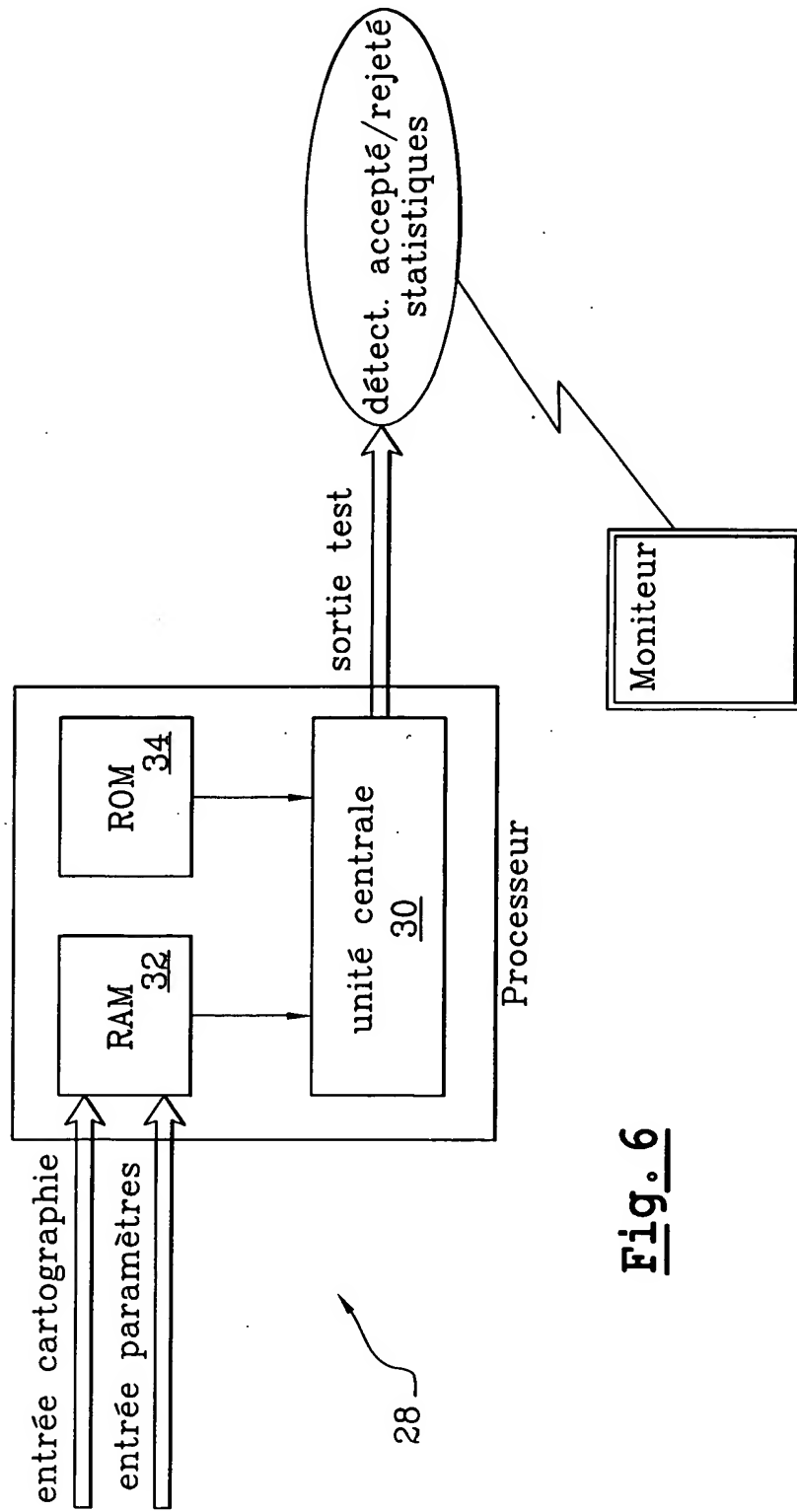
Fig. 1

**Fig. 2**

**Fig. 3**

Fig. 4aFig. 4bFig. 4c

**Fig. 5**

Fig. 6

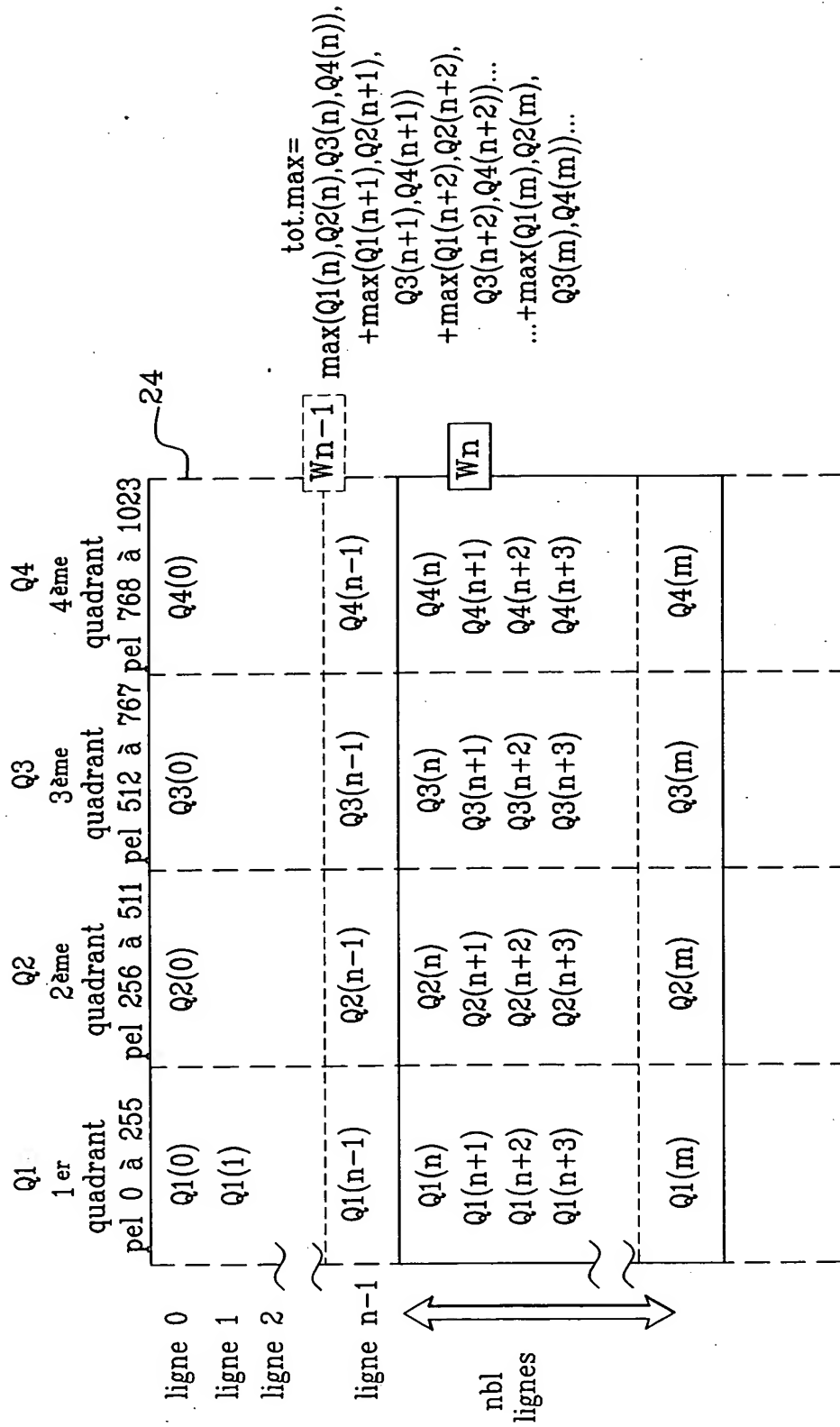
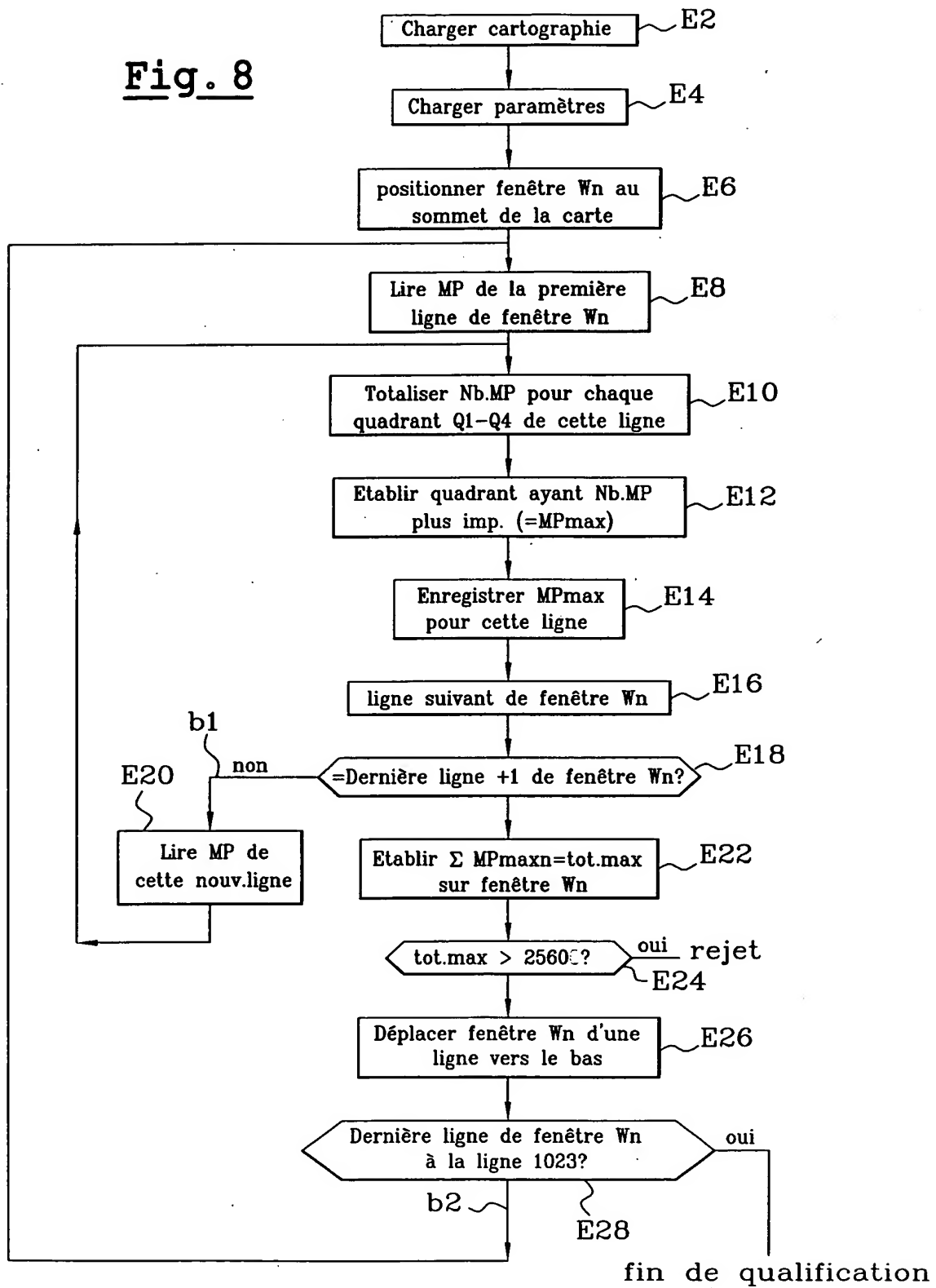
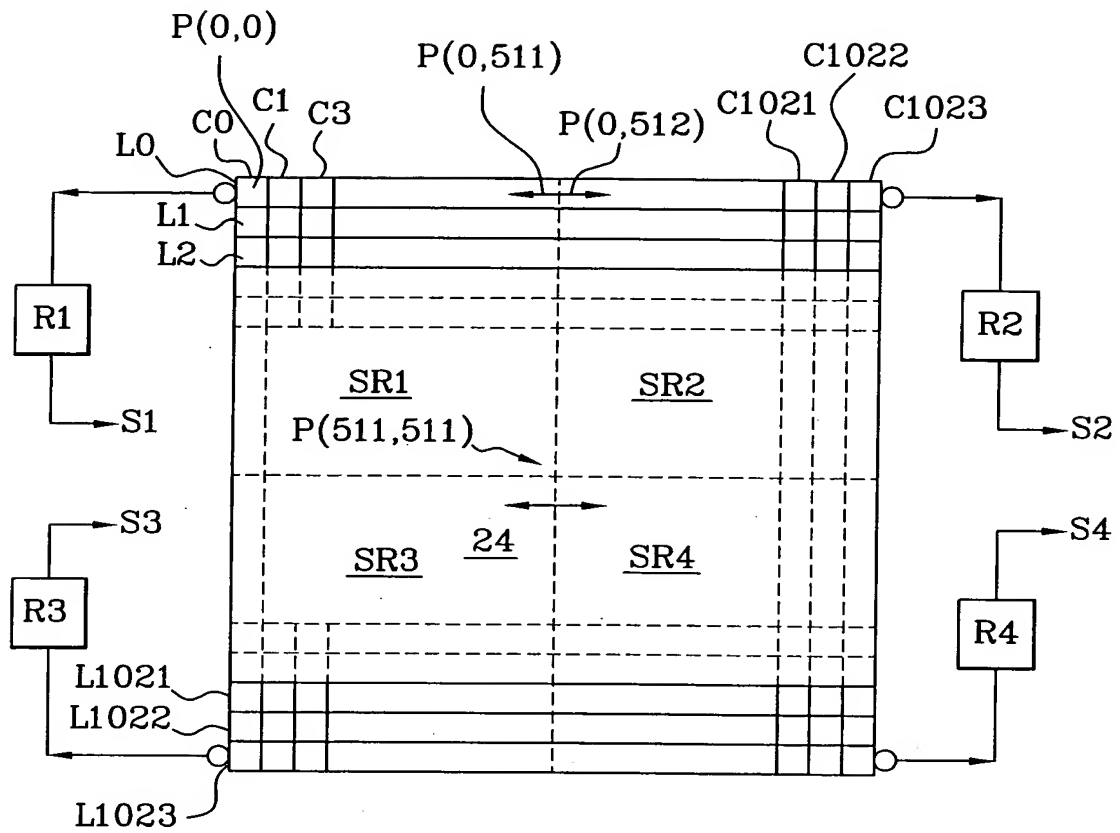


Fig. 7

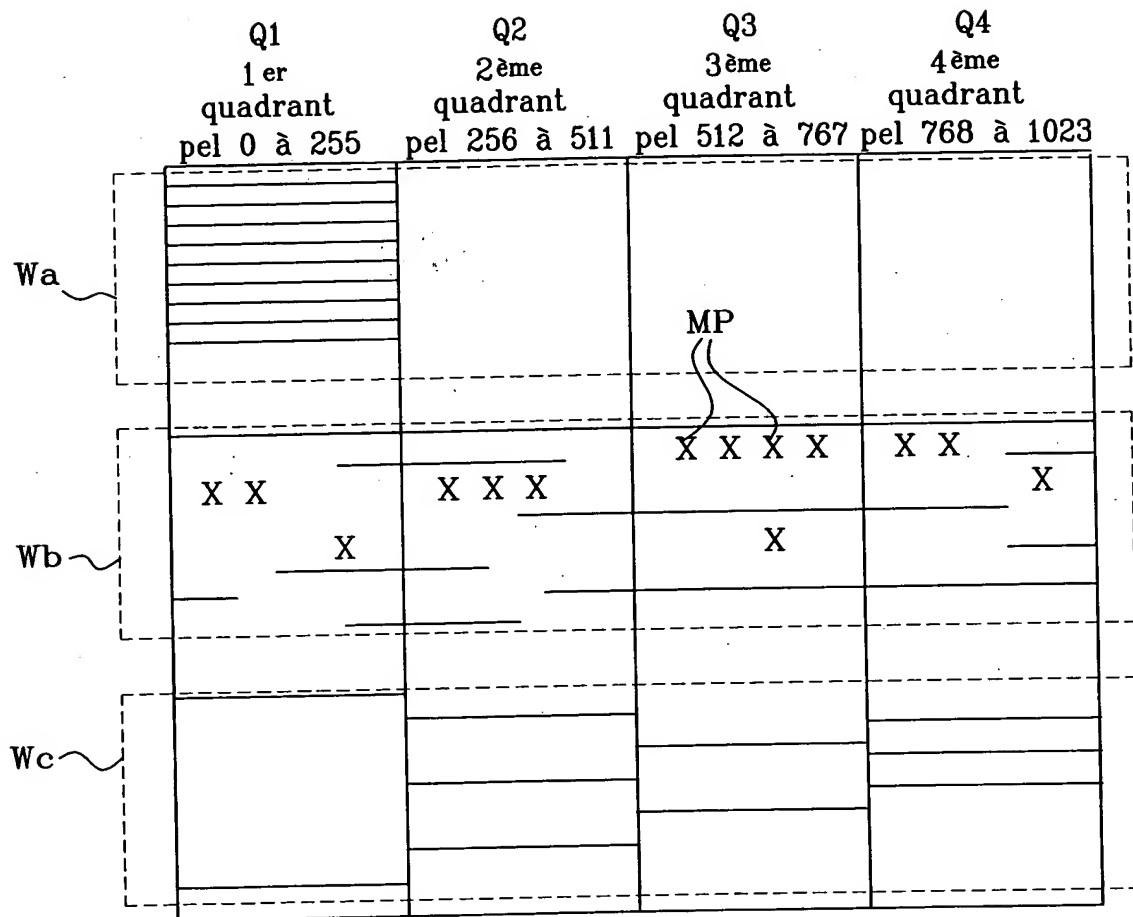
Fig. 8

Fig. 9

	Q1 1er quadrant pel 0 à 255	Q2 2ème quadrant pel 256 à 511	Q3 3ème quadrant pel 512 à 767	Q4 4ème quadrant pel 768 à 1023	
ligne 0	Q1(0) 1	Q2(0) 3	Q3(0) 0	Q4(0) 4	24
ligne 1023	Q1(1023) 0	
ligne 1	...	5	0	1	
ligne 1022	Q1(n-1)	Q2(n-1)	Q3(n-1)	Q4(n-1)	
	Q1(n)	Q2(n)	Q3(n)	Q4(n)	nbl lignes
	Q1(1023-n)	Q2(1023-n)	Q3(1023-n)	Q4(1023-n)	
	Q1(n+1)	Q2(n+1)	Q3(n+1)	Q4(n+1)	
	Q1(1022-n)	Q2(1022-n)	Q3(1022-n)	Q4(1022-n)	
	

tot.max=
 $\max(Q1(n), Q2(n), Q3(n), Q4(n)),$
 $+\max(Q1(1023-n), Q2(1023-n),$
 $Q3(1023-n), Q4(1023-n))$
 $+\max(Q1(n+1), Q2(n+1),$
 $Q3(n+1), Q4(n+1))...$

Fig. 10

Fig. 11